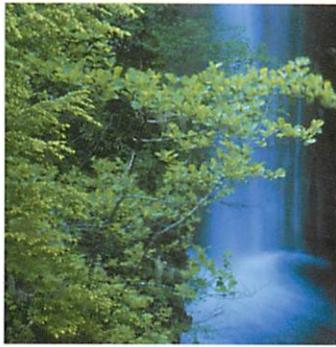


四万十・流域圏学会誌

第10巻 第2号

We Love "SHIMANTO"



特集：流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策

2011

May



四万十・流域圏学会誌 第10巻 第2号 (2011)

特集：流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策

目次

巻頭言

四万十・流域圏学会から流域圏学会への移行にあたって

松田 誠祐 (高知大学名誉教授, 四万十・流域圏学会会長) 1

特集:流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策(RECCA-Kochi)

RECCA-Kochi のめざすもの

西森 基貴 ((独)農業環境技術研究所) 3

湖水中の生き物の世界と、それに影響を与える地球温暖化

花里 孝幸, 永田 貴丸 (信州大学山岳科学総合研究所) 9

気候変動とアユ

高橋 勇夫 (たかはし河川生物調査事務所) 13

自主防災活動の促進要因についての一考察 高知県土佐清水市中浜地区の事例から

三牧 純子 (国立民族学博物館) 17

地球温暖化の影響下における地域社会の脆弱性問題と課題 自立に挑む馬路村の事例研究を中心に

榎木 誠 (埼玉大学教養学部) 21

「気象変動」と「民間人力」

西内 燦夫 (NPO 四万十川流域住民ネットワーク) 27

高知県立幡多農業高等学校の循環型農業教育に向けての取り組み

谷淵 悠 (高知県立幡多農業高等学校) 31

解説論文

ドナウ川・フロイデナウ発電所とその魚道

藤村 和正, 村上 雅博 (明星大学, 高知工科大学) 33

総説論文

Water and Environmental Management in the Southern Africa Development Community - The cases study of the Zambezi River Basin -

Zvikomborero MANYANGADZE

(Ministry of Water Resources and Infrastructural Development) 39

原著論文

Assessment on Total Water Resources Management (TWRM) in Selangor, Malaysia with Emphasis on Rainwater Harvesting in the Basis of Lessons Learned from Tokyo's TWRM

Abdul Rahiman NAFISAH, Jun MATSUSHITA and Akihiro OKADA

(Shibaura Institute of Technology) 51

お知らせ

流域圏学会 第1回総会・学術研究発表会 プログラム 61

訂正とお詫び 63

<巻頭言>

四万十・流域圏学会から流域圏学会への移行にあたって

松田 誠祐*

はじめに、東日本大震災の犠牲者に深く哀悼の意を表しますとともに、被災者に心からのお見舞いを申し上げます。いま自分にできることは何かを自問して、わずかでも義援金を送ることしか思い浮かびません。

東日本大地震〔2011/03/11 14:46 頃、モーメントマグニチュード：M9.0(気象庁は M7.9→M8.3→M8.4→M8.8→M9.0 と修正)、震源域：縦 500 km×横 200 km、震源：牡鹿半島の東南東約 130 km の三陸沖、震源の深さ 24km〕は、プレート境界地震(低角逆断層)¹⁾で、地震に伴う大規模津波は日本列島の太平洋に面した各県に甚大な被害をもたらしました〔震度 7(宮城県栗原市)¹⁾、最大津波高：14.8 m(女川町)²⁾、津波の最大遡上高：38.9 m(宮古市姉吉地区)³⁾、死者 13,858 人、行方不明者 14,030 人、避難者 136,299 人(2011/04/18 15:00 現在、警察庁⁴⁾)。連日の被災地情報に息をのむばかりです。次は南海地震、やはりまず高台へ避難しましょう。

この津波は、明治三陸津波(1886)に並ぶ規模であるとされています⁵⁾。2004/12/26 スマトラ沖地震津波の映像が生々しく思い出されます。同じ状況が日本で起こると誰が想像したでしょうか。

地震後、福島第一原発(東京電力)1号機～4号機の冷却機能と閉じ込め機能に重大な障害が発生¹⁾。福島第一原発は、地震後自動停止装置が作動しましたが、海側に設置されていた予備電源は津波に襲われて壊れました。停電後、原子炉の制御が不能となりました。冷却機能の喪失(1～4号機)、炉心の一部溶融(1号機、2号機、3号機)、格納容器損傷(2号機)、水素爆発による建屋の屋根が吹き飛ば(1号機、3号機)、使用済み核燃料プールの水温上昇・爆発・火災・壁に大穴(3号機、4号機)など、また汚染された水の処理に追われています。

放射能汚染の危険の中で、原発関係者・自衛隊員・東京消防庁ハイパーレスキュー隊員らによる外部からの決死の注水作業が続けられましたが、安定化に至らず、地震直後のレベル 4 からレベル 5→レベル 7 へと評価が引き上げられました(4/13 高知新聞)。安定までに 4～9 カ月かかる(東京電力)と発表されました(4/18)が、高濃度の放射線量が観測されており、さらに時間がかかるかもしれません。被災者はどうすればいいか見えないと思います。

3/29 高知新聞夕刊『“貞観地震の教訓生きず”』の中で、「869 年の貞観の地震は、津波に関して非常にでかいものが来ている。全くふれられていないのは納得できない」。2009 年 6 月、経済産業省で開かれた審議会の席上、独立行政法人産業技術総合研究所(茨城県つくば市)の岡村行信活断層・地震研究センター長は、東電の報告に厳しい言葉で異議を唱えた。中略。岡村さんの追及に対し、東電は学会で提案されている震源モデルを基にして、原発への影響は「想定範囲内」と主張。「貞観地震については、まだ情報を収集する必要がある」として事実上、評価を棚上げした。中略。岡村さんも・・・厳密な証拠を求める科学研究と、想定外にも備える必要のある原発の防災対策を混同するべきではないと指摘する。』と報じています。

また、『“想定を超え津波 考慮せず”』の中で、前略。国の原子力安全委員会の耐震設計特別委員長を務める入倉孝次郎京都大名名誉教授(強振動地震学)が 29 日までに取材に応じ、「想定を超えは常にあり得るという設計思想が、津波に対して浸透していなかった。責任を感じている」と語った。中略。原発を造る側から「起こりえないことまで考慮してはきりが無い」と反発もあったが、05 年の宮城県沖地震、07 年の中越沖地震で原発が想定以上の揺れに見舞われ、原発の耐震性再評価につながった。改定指針で、津波の記述は「地震に伴う随伴事象」としてわずか 1 項目だけ。断層調査や建物の強度など、地震の項目が多岐にわたるのに比べると極端に少ない。後略。』と報じています。このようなやり方を「原子力村の弱点」というようです(4/1 朝日新聞)。

話題は変わりますが、会誌第 10 巻第 2 号は、文部科学省気候変動適応研究推進プログラム「流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策」(RECCA-Kochi)特集として、多彩な分野の記事が特集されています。この学会にふさわしい企画であると考えます。

四万十・流域圏学会が発足して 10 年が経過しました。学会創立のいきさつは会誌 5 号の巻頭言⁶⁾に述べられ

* 高知大学名誉教授、四万十・流域圏学会会長

ています。その後10年を契機として、四万十・流域圏学会から流域圏学会へ移行することになりました。“四万十”は、高知県、あるいは清流のシンボルとして冠せられたそうで、グローバルな展開をも指向する中で、“流域圏学会”がむしろ自然であろうと私は思っています。

流域圏学会の目的は、「全国の流域圏を対象に、総合的・学際的調査研究及び学民産官連携による実践的取り組みを展開し、もって流域圏を単位とした自然重視の学際的な地域文化づくりの横断的な推進に資すること」となっています。「学民産官の連携による実践的取り組み」は、専門化、細分化の対極を目指すものです。

最後にこれまでの学会活動をすこし振り返ってみようと思います。

地域文化づくりの推進とはいかなるものでしょうか。学会が直接的に地域文化づくりをするわけではありません。個々の研究者やグループが特定の流域圏に的を絞って研究や調査を行うことはあります。学会がそれらを集めることもあります。学会は、会誌を発行し、大会を開いて研究発表やさまざまな企画を継続して行います。それによってさまざまな活動が生まれます。

毎年企画されたユースセッションには、高校生や小学生が参加しました。そこで発表するためには相当の準備が必要です。指導される先生方にも当然負担がかかりますが、研究や発表の成果は次の機会に生かされてゆきます。その活動が継続することで子供たちに、また指導者に確かな手ごたえが残ってゆきます。

四万十・流域圏学会を主要な研究発表の場の一つととらえている研究者もいたかもしれません。流域圏というコンセプトは学際的であり、理系から文系まで幅広い分野を包含しますので、論文のスタイルも価値観も違います。しかし、それらの違いを互いに認め合い、異分野交流に協力してきました。

地域活動から学術論文まで幅広い情報を集め、継続して会誌を発行する作業はやはり相当の努力が必要です。会誌発行の最大のポイントは、継続して原稿が集まるかどうかです。常に次の会誌の原稿の集まり具合を心配することになります。原稿を集める苦労は相当なものであると思います。執筆協力者に感謝します。

会誌発行には当然経費がかかります。会費が中心ですが、少ない会員で運営しなければならないので、その苦労もまた大変です。協力してくださった方々に謝意を表します。

学会活動は、地域文化づくりの裏方活動であり、“地域文化づくりの推進”活動であると思います。学会創立にかかわった関係者がすべてその後の活動に参加しているわけではありません。理由はさまざまです。関係者には謝意を表します。その上で、私は“継続は力なり”を信じている一人として、継続してお世話くださった関係者に“ご苦労様でした”と心からのお礼を申し上げます。そして、会員の皆様には引き続きのご支援をお願いします。会員がいなくなれば、学会はなり立ちません。

さて、学会は今後どのように展開してゆくのでしょうか。地域の知的活動拠点の一つであり続けたいと願っています。幸い、新しい役員は若い研究者を中心に構成されましたので期待できます。

参考文献

- 1) 岡田義光 (2011) : 東北地方太平洋沖地震について (速報), 防災科学技術研究所,
http://www.bosai.go.jp/news/oshirase/20110323_01.pdf (参照 : 2011/04/19).
- 2) 共同通信 : 福島原発と明暗分けた女川原発, 47news, 2011/03/27,
<http://www.47news.jp/CN/201103/CN2011032701000431.html> (参照 : 2011/04/19).
- 3) 共同通信 : 宮古の津波 38.9m 明治三陸抜き最大規模, 47news, 2011/04/15,
<http://www.47news.jp/CN/201104/CN2011041501000809.html> (参照 : 2011/04/20).
- 4) 警察庁 : 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置, 広報資料, 2011/04/18,
<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf> (参照 : 2011/04/19).
- 5) 東京大学地震研究所 : 北三陸の津波高さ-明治昭和の比較, 地震・火山の科学をもっと身近に, 2011/04/18,
http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/eqvolc/201103_tohoku/#kitasanrikuhikaku (参照 : 2011/04/19).
- 6) 村上雅博 (2010) : 巻頭言, 四万十・流域圏学会誌, 第 5 巻, 第 1 号, pp.1-2.

<特集：RECCA-Kochi>

RECCA-Kochiのめざすもの

西森 基貴*

A Goal of the RECCA-Kochi (Kochi Subject of Research Program on Climatic Change Adaptation)

Motoki NISHIMORI

National Institute for Agro-Environmental Sciences, 3-1-3, Kan'nondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan

1. はじめに

いわゆる地球温暖化等の気候変動^(注1)にどのように対応するのか、緩和策と適応策の両面から研究が推進されている中で、気候変動に対する地域的な適応策立案のための科学的知見の提供が強く求められ、文部科学省地球観測技術等調査研究委託事業として「気候変動適応研究推進プログラム」(REsearch program on Climate Change Adaptation: RECCA)が設定された。そもそも気候変動に対して世界の中では発展途上国がより脆弱と見なされるのと同様に、日本国内では少子高齢化や社会インフラの老朽化等により、「地方」すなわち四国・高知をはじめ、北日本、北陸、山陰および南九州などで特に、気候変動が食料・水・森林・生活・病気などにも影響するなどの脆弱性が懸念される。

高知県は豊かな自然に恵まれるものの、一次産業に依存する割合が同じ四国他県と比べても相当に高く、県勢が気候・気象条件に大きく左右される宿命にある中で、地球規模の気候変動の影響とそれに対する適応策は、県勢全体の方向性とあり方を大きく変える可能性がある。そこで独立行政法人農業環境技術研究所が主管となり、高知県の研究機関、県内2つの大学および東京工業大学を含めて「流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策」(以下、RECCAプログラムの高知県を対象地域とする研究課題ということでRECCA-Kochiと称する)という課題を立案し、上記プログラムに採択されるに至った。プロジェクト課題名の冒頭に「流域圏」という語を用いていることから、RECCA-Kochiの基盤は本学会にあることは明白であり、また課題の進行に当たっては、今後とも本学会と密接な協力関係を必要としている。そのため本稿では、応募を報告した前報¹⁾に引き続き、その課題構成と実際に採択された後の研究の進捗状況について述べる。

2. RECCA-Kochiの構成と採択の経緯

前報¹⁾にも示したように、気候変動適応研究推進プログラムRECCAは、気候変動適応に関する研究水準の大幅な底上げ、適応策検討への科学的知見の提供、気候変動による影響に強い社会の実現に貢献することを目的としており3つのテーマ、すなわち：

- ①先進的なダウンスケール手法の開発
- ②データ同化技術の開発
- ③気候変動適応シミュレーション技術の開発

が研究対象とされた。ここでダウンスケールとは、地球シミュレータなどを使った気候モデルで計算される、おおむね一県をカバーする数100kmの空間スケールしかない温暖化予測情報(Fig.1左)を、影響研究者や行政が要求する解像度にまで予測の空間スケールを細かくすることをいう。ダウンスケールには、地域を限った気候モデル(Regional Climate Model: RCM)を使う方法と統計的に処理する方法があり、筆者は日本における温暖化影響評価のための気候変動シナリオ作成に統計的手法を導入した先駆者の一人である。また、地形が複雑でかつ県土87%を森林が占めるといふ高知県を研究対象とすることから、ダウンスケール

* (独)農業環境技術研究所大気環境研究領域 〒305-8604 茨城県つくば市観音台3-1-3

ングに際しては、単にデータ入手の容易な気象庁の観測点 (Fig.1右) を扱うだけでなく、独自データを入力可能でかつ地域・地形に習熟していることが望まれる。そこで筆者が提案時代表者となり、本学会および関係する研究者の協力のもと、上記テーマ①と③の横断型として課題応募を行った。

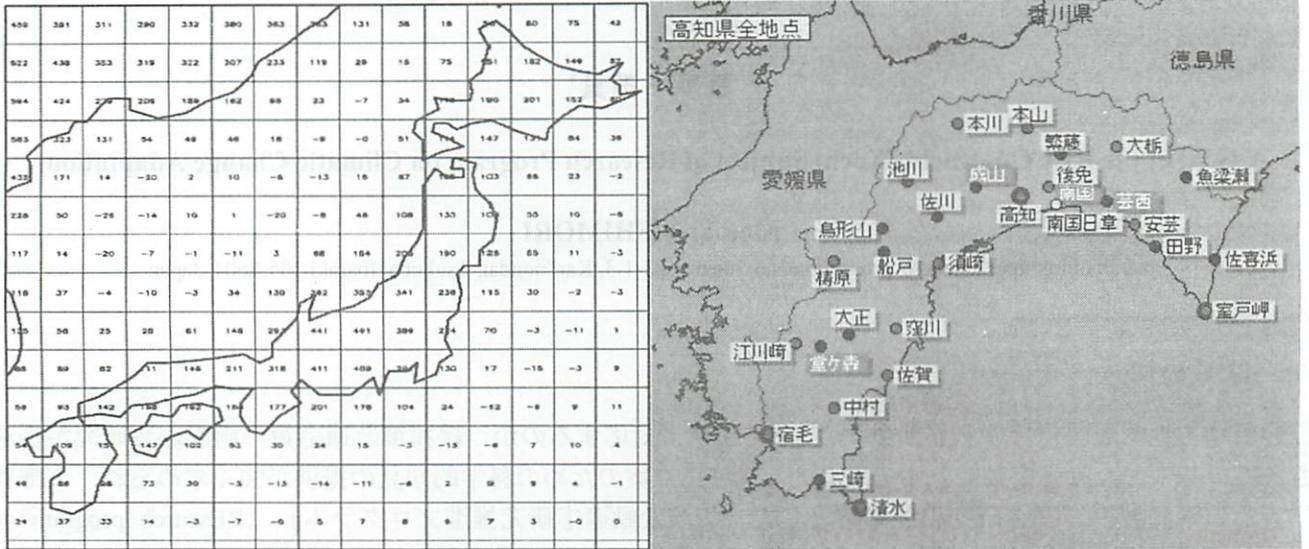


Fig.1 (左) 東京大学などの温暖化予測全球気候モデルMIROC-hiのグリッド, および (右) 高知県における気象庁の気象観測点の分布

代表者が考えた本高知課題の構成コンセプトは、「オール高知」で「どーにかせんといかん」ということである。すなわち高知の研究教育機関、それは地域に根付いた研究を行っている高知大学・高知工科大学、そして高知に関心のある東京工業大学、高知県出身者 (筆者) のいる農業環境技術研究所が共同で、高知県庁、すなわち参画機関としての高知県農業技術センター、協力者として河川課、さらに本学会をサポートする環境共生課等の協力を受け、さらにその他、県立高校、在高知政府系機関および在住・研究対象の方々などのサポートを頂く、ということで、提案時点である程度、筆者の考える理想の布陣が形成された。

ところでRECCAプログラムの3テーマの一つに「先進的なダウンスケーリング」というのがあるが、これは通常、超高解像度の地域気候モデルによる気候変動実験が推奨されると思われた。しかしながら、上にも述べたように筆者の専門は統計的ダウンスケーリング手法であり、また上記のメンバー構成では正直、このテーマを強調して採択にこぎ着けるのは難しいと考えた。そこで、RECCAの公募要領に「研究開発の対象地域を予め設定して」とあることを逆手に、対象地域としての高知県の魅力を最大限アピールすることに特化した提案戦略を採用し、2回のヒアリング審査を経て、2010年7月に無事採択されるに至った。

なおRECCA-Kochiとともに本研究プログラムに採択された課題 (Fig.2) を見てみると、高知県というより四国全体の水問題を対象とする他の1課題があるが、その他は地理的には東日本、そして「地方」というよりは「都市」を対象とした課題が多いことが気になる。確かに人口が密集し、またヒートアイランドやゲリラ豪雨などが懸念される大都市における気候変動適応は、その経済的効果から考えるにも極めて重要である。したがって本課題RECCA-Kochiは、単に「高知」をテーマとした課題のみならず、「地方」の代表としても採択された意義は大きく、またより大きな期待に違わぬ結果の提出が求められている、といえよう。

3. RECCA-Kochiと流域圏および本学会とのかかわり

まず本課題RECCA-Kochiの研究概要と最終目的を、RECCA事務局が作成した研究計画の模式図 (Fig.3) と併せて以下に示す。

○陸域だけでなく沿岸海洋までを包含した、土地利用形態に応じた気候変動予測情報のダウンスケーリング手法、および確率的降水量・豪雨予測手法の開発を行うとともに、得られた気候変動シナリオを用いて水稻／園芸等の農業、気象災害、水資源・水環境および生物資源など多岐にわたる適応シミュレーションシステムを開発し、高知県における気候変動適応策シナリオを立案する。

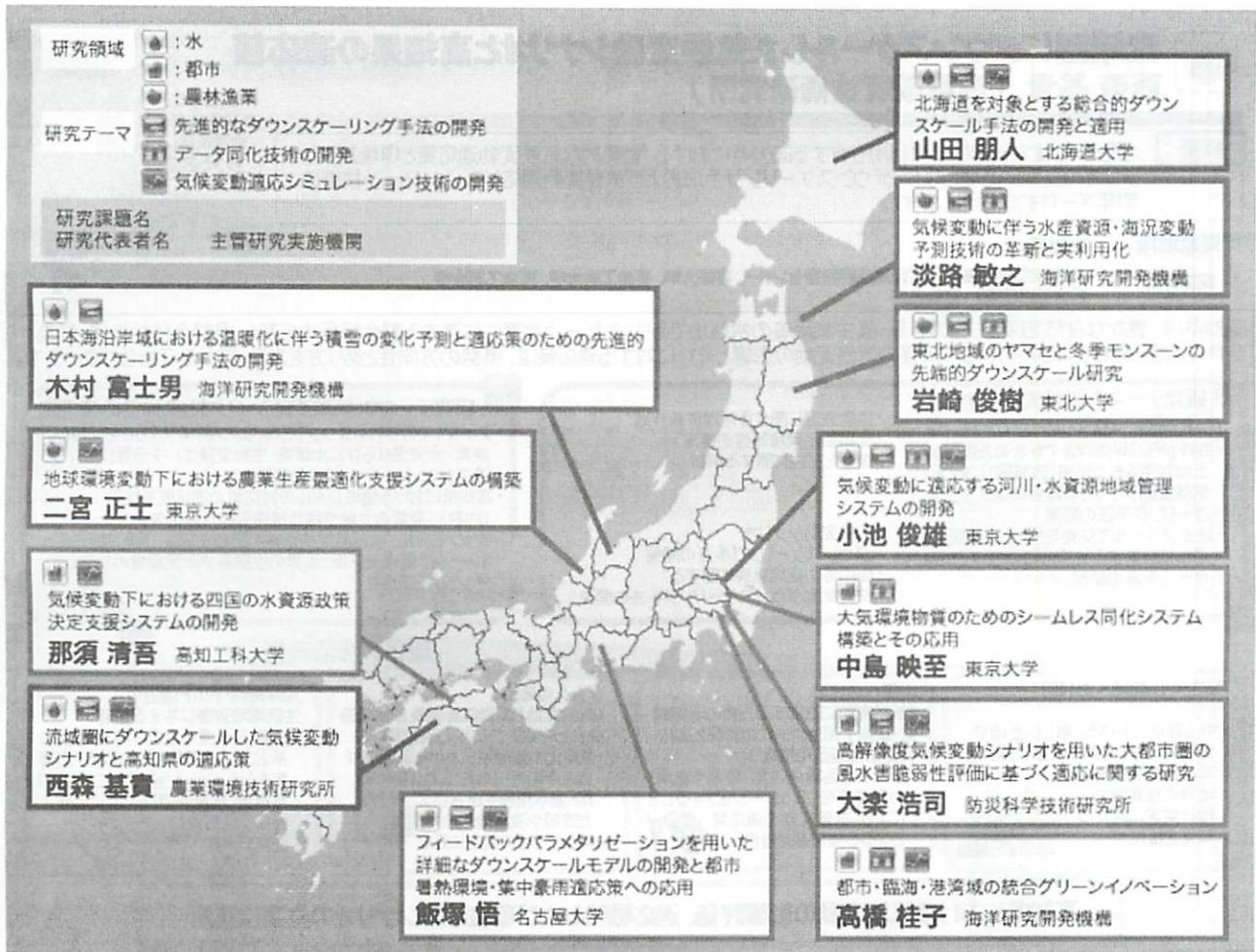


Fig.2 RECCAの枠内で行われている研究と代表者の一覧（作成：文部科学省およびRECCA事務局）

○具体的には、以下の要点が目標となる。

- ・高知県に災害をもたらす集中豪雨と異常渇水について、気候モデルによる予測バイアスを定量化するとともに、観測データとの比較を通じて検証し、将来における変動の評価とその対応策を提示する。
- ・高温耐性を持ちつつ食味も優れた水稲品種育成の選抜指標を提案するとともに、中山間地において気候変動シナリオに基づいた気象資源量の将来予測を行い、それに基づいた園芸作物の新しい栽培体系を提案する。
- ・流域圏分野では、森林の資源や早明浦ダムの水資源変動に及ぼす影響を、降水・河川・水管理政策等の切り口から定量化する。また、沿岸海洋のカツオや四万十川のアユの漁獲高と気候変動の関係を推定する。

○そして最終的には、（１）将来の気候とその変動を、高知県でより細かく示す、とともに（２）高知県全体での気候変動の影響を示し適応策を考えた上で、高知県各部局とも連携し、気候とその変動をプラスに捉え、県の政策提言に結びつく気候変動への適応シナリオを示し、また低迷する高知県産業の振興に貢献する。

ここで本学会の基本理念、すなわち：

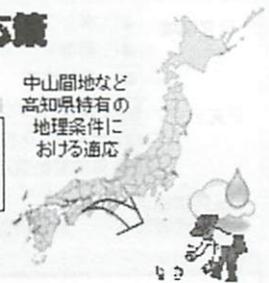
- ①横断的・学際的な研究、現場に根ざした実践的な研究、住民と連携した取り組み（学民産官連携活動）を重視する。
 - ②地域の学問から全国の横断的な流域圏のネットワークづくりと世界（国際交流・国際協力）へ向けての情報発信を行い、実際問題への適用をはかるために、学・官・民の研究者・技術者・地球市民との交流を促進する。
 - ③次世代への展開（サステナブル・シマント）と次世代をにう人材（若手を含む）の育成を重視する。
- は、このプロジェクトRECCA-Kochiにおいても共通して必要不可欠な部分であり、言い換えれば高知県、および当学会に関係する者にとっては、すでに「気候変動適応研究推進プログラム」の課題として採択されるだけの基盤があったことを示す。すなわち課題代表者を筆者が務めることはともかく、高知県を対象とする課題RECCA-Kochi自体の採択は、大げさにいえば、いわば歴史の必然であるともいえよう。



流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策

西森 基貴 (農業環境技術研究所)

中山間地など
高知県特有の
地理条件に
おける適応



概要 地形が複雑で多様な土地利用を有する高知県における、戦略的な気候変動適応策と環境政策シナリオの立案に必要な、ダウンスケール手法および気候変動適応シミュレーション技術の開発を一体的に推進します。

対象地域 高知県
実施体制 共同研究等連携: 高知県農業技術センター、高知大学、高知工科大学、東京工科大学
協力連携機関: 高知県庁

高知県は、豊かな自然を誇るものの台風・集中豪雨等の常襲地であり、また一次産業に依存する割合が極めて高く、県勢全体が気候・気象条件に大きく左右されるため、地球規模の気候変動の影響とそれに対する適応策は、県勢の方向性とあり方を大きく変える可能性があります。

<p>研究テーマ1: 気候変動シナリオの流域圏へのダウンスケール</p> <ul style="list-style-type: none"> 森林から沿岸海洋までを含めた複雑な土地利用をもつ地域(流域圏)における気候変動シナリオの総合的なダウンスケール手法の開発 地点スケールで災害をもたらす豪雨や洪水に対応する確率的降水量ダウンスケール手法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動に関する地理情報作成 流域圏熱環境特性の推定 豪雨と災害に関する解析 気候変動シナリオダウンスケール手法の開発 豪雨等の極端現象に関する先進的なダウンスケール手法の開発 	<p>研究テーマ3: 気候変動シナリオと高知県の適応策</p> <ul style="list-style-type: none"> テーマ1で得られるダウンスケール気候シナリオを利用し、農業、水資源ならびに水環境・生物資源など多分野にわたる適応シミュレーション技術を開発 高知県における地域レベルの対応策の選択肢を提示(内容) 農業の立地や耕作推進可能性評価等のシミュレーションモデル、水稲品質や食味の診断モデル、河川流出シミュレーション概念モデル、水界の生態系や水質環境のシミュレーションモデル
--	--	--

成果の利活用例

<p>園芸・中山間地への利用</p> <ul style="list-style-type: none"> 中山間地における、新しい立地や栽培方法など、気候変動に強い農業の確立を機軸とした地域の振興策の指針策定に役立つ知見を提供 	<p>水稲への利用 (気候変動に適応するための水稲収量・食味予測システムの開発と適応有望品種選定の提案)</p> <ul style="list-style-type: none"> 主力水稲品種の収量、作期や気象の影響等をシミュレーションすることにより、気候変動の適応策となる参考情報を提供 	<p>ダムへの活用 (気候変動と異常気象現象が早明湖ダムと地域災害に与える影響)</p> <ul style="list-style-type: none"> 温暖化の影響下における早明湖ダムと周辺河川の確率的な集中豪雨・洪水指標を組み込んだ流域水資源管理政策シナリオの策定に貢献 	<p>沿岸海洋・河川・湖沼の生態環境適応に与える影響</p> <ul style="list-style-type: none"> 気温・降水量の変動が水界の生態系および水質環境におよぼす影響等をシミュレーションすることにより水環境・水産資源に対する適応策の立案に貢献
--	--	--	--

高知県における気候変動の影響評価、適応戦略および環境政策シナリオの立案に貢献

Fig.3 RECCA高知の構成と枠組み (作成: 文部科学省およびRECCA事務局)

4. 地域との連携の第一歩、シンポジウム「気候変動時代を生き抜く高知県の未来」

研究の推進、すなわち気候変動に対する適応策に関する知見導出のためには、対象地域との密着な連携および地域からの多大な協力が必要であり、また成果を必ず地域社会に還元する必要がある。その第一歩として、事業初年度に当たり、広く一般社会、特に高知県民に公開したシンポジウムを開催し、本研究課題の目的と存在をアピールするとともに、地域固有の問題点、すでに現れている気候変動の影響の情報を収集し、研究の方向性を確立する、さらにそれらに加え、特に次代の低炭素社会を担う、環境問題に精通した若い人材を、地域から至急に育成するための教育的な観点も視野に入れる必要がある。そこで高知県民に広く公開したシンポジウム「気候変動時代を生き抜く高知県の未来」を、主管研究機関である農業環境技術研究所と本学会などの主催で、研究対象地域である高知県において開催した (Fig.4)。

会場の選定に当たっては、高知県教育委員会関係者の尽力により、市内中心部で交通の便の良い県立追手前高等学校芸術ホールが使用できた (奇しくも筆者の母校でもある)。しかしながら開催日の2011年3月5日はあいにく、「志国高知龍馬ふるさと博」オープニングセレモニー、および四国横断自動車道「須崎西～中土佐インターチェンジ」の開通式にあたり、来賓を希望した高知県知事の出席はかなわなかった。また事前の広報が行き届かず、参加者は目標人数を下回った。それでも事業委託元の文部科学省環境エネルギー課長にも出席を頂き、また招待者としてやはり本県出身で筆者と母校を同じくする近藤純正東北大学名誉教授²⁾に講演を頂き、さらにKUTVテレビ高知の後援を得て番組でも特集^(注2)されることとなり、第一回目の試みとしてはまずは成功であったと自賛しているところである (Fig.5)。

(原稿受理 2011年5月2日)

県民公開シンポジウム(参加無料)

「気候変動時代を生き抜く高知県の未来」

◎基調講演 (10:15-11:00)

「気候変動と私たちの暮らしー歴史に学ぶ」

近藤純正 (東北大学・名誉教授) <旧制城東中学校・追手前高校 OB>

◎環境教育実践報告(11:00-12:00)

「高知工科大学の自然循環式水環境保全システム」

村上雅博 (高知工科大学教授)

「高知県立幡多農業高等学校の循環型農業教育に向けての取り組み」谷渕 悠 (高知県立幡多農業高校教諭)

◎「気候変動適応研究推進プログラム」(RECCA)事業について(13:00-14:25)

文部科学省研究開発局環境エネルギー課 課長

「高知県課題 RECCA-Kochi のめざすもの」西森基貴 (農業環境技術研究所) <追手前高校 OB>

「気候変動を高知で研究する:世界の中の高知」鼎信次朗 (東京工業大学)

「豪雨・突風多発!こうちの気象災害を考える」佐々浩司 (高知大学)

「地球温暖化による高知県農業の影響」亀島雅史 (高知県農技センター)

◎地域および行政よりの課題(14:25-16:00)

「高知の河川と環境」高知県土木部河川課

「四万十川と流域連携」西内雄夫 (NPO 四万十川流域住民ネットワーク代表)

◎パネルディスカッション:「気候変動時代を生き抜く」「こうちの環境」

平成 23 年

3 月 5 日(土) 10:00-16:15

県立高知追手前高等学校 芸術ホール

【主管研究機関】独立行政法人農業環境技術研究所

【共同研究機関】高知大学(共催)、高知工科大学(共催)、高知県農業技術センター、東京工業大学

【共催】四万十・流域圏学会

【後援】高知県、高知県教育委員会、KUTV テレビ高知

*会場には、駐車場はございません。本シンポジウムの趣旨をふまえ、公共交通機関でのご来場を、お願い申し上げます。

Fig.4 県民公開シンポジウム「気候変動時代を生き抜く高知県の未来」プログラム

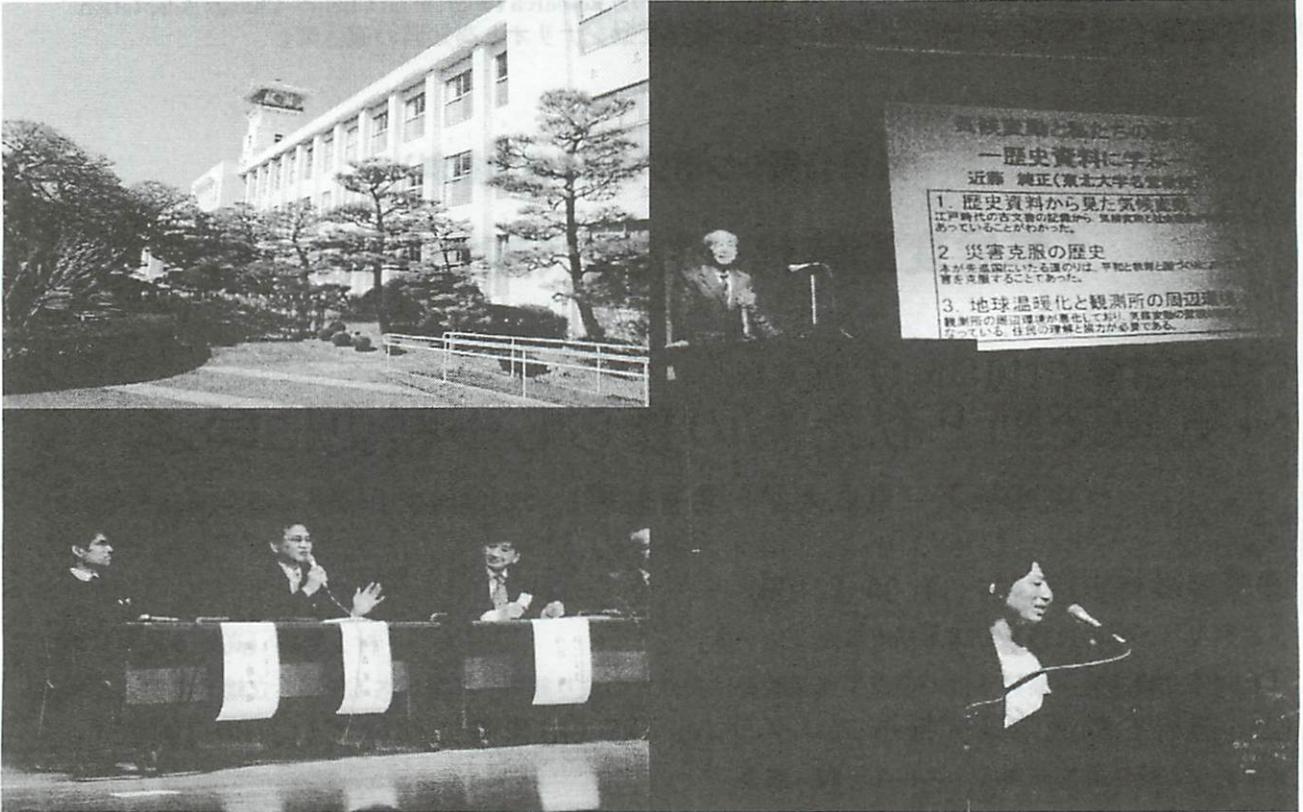


Fig.5 県民公開シンポジウム「気候変動時代を生き抜く高知県の未来」の様相。(左上)会場となった県立高知追手前高等学校, (右上)近藤純正氏の講演, (左下)パネルディスカッションにおいて課題の展望を述べる筆者, および(右下)講演と特集番組の放映を頂いたKUTVテレビ高知の高曽根里恵アナウンサー

謝辞

本課題の発起および進行にあたり、本学会総務・代表幹事の村上雅博高知工科大学教授をはじめ高知工科大学、高知大学、高知県農業技術センターならびに東京工業大学の参画者各位、高知県庁各部署、および他の多くの学会関係者の多大なご尽力に感謝する。また県民公開シンポジウムの開催に当たっては、上記の他、会場を快くお貸し頂いた県立高知追手前高等学校、シンポジウムの後援と特集番組の放映を頂いたKUTVテレビ高知、さらに会場整理等にご協力を頂いた多くの方々に、記して感謝する次第である。

注

- (1) 最近では、単に(地球平均での)気温上昇のみの意味にとられかねない「(地球)温暖化」という語よりも、それに伴う降水量・日射量その他の様々な気候要素の長期的な変化や短期的な変動の意味がより明確に伝わるよう「(地球規模)気候変動」という言葉が使われることが多い。
- (2) がんばれ高知!! eco応援団[KUTVテレビ高知, 毎週日曜 午前10:55-11:15] 下記ホームページより http://www.kutv.co.jp/?target=program_page&program_id=prog46c1212535121

参考・引用文献

- 1) 西森基貴(2010): 地球規模気候変動(温暖化)と流域圏. 四万十・流域圏学会誌, 9巻2号, pp. 35-38
- 2) 近藤純正(2008): 地球温暖化の話. 四万十・流域圏学会誌, 8巻1号, pp. 3-14

<特集：RECCA-Kochi>

湖水中の生き物の世界と、それに影響を与える地球温暖化

花里孝幸*, 永田貴丸*

Impact of global warming on the organic communities in lakes

Takayuki HANAZATO* and Takamaru NAGATA*

* Institute of Mountain Science, Shinshu University, 5-2-4 Kogandori, Suwa, 392-0027, Japan

1. はじめに

地球温暖化は、現在、グローバルな環境問題の中で最も注目を集めているものである。そのグローバルな温暖化は、ローカルな生態系に複雑な影響を与えると考えられる。そのため、様々な生態系に及ぼす温暖化影響の評価研究が行われている。それは、湖でも同じだ。湖は漁業活動だけでなく、水道水源地として、また、釣り、ヨット遊びや湖水浴、そして憩いの場などとして様々な人々に利用されている。そのため、湖沼生態系への温暖化の影響は、人間生活に複雑な影響を与えるだろう。そこで、湖の環境や生態系に及ぼす温暖化影響について考える。

2. 湖の物理的・化学的環境への影響

湖は季節的な水温変化によって、湖内の物理的・化学的環境が大きく変わる。冬に氷が張る湖では、水温が0℃の氷が水面を覆い、最も重い4℃の水が湖底に降りる (Fig.1)。そのため、湖水は表水層と深水層に分かれる。季節が春になると、表層の水温が上昇して深水層の水温と等しくなる。すると、風によって容易に湖水全体が動くようになり、循環期が訪れる。ところが、夏には表層の水温がさらに高くなって水が軽くなるので、こんどは暖かい表水層と冷たい深水層に分かれ成層期となる。そして秋になると、表水層の水温が下がり、春と同様に循環期となる。

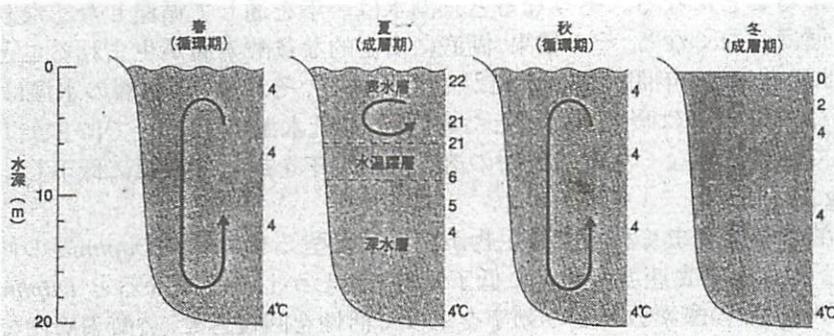


Fig. 1 ある温帯湖における水温の鉛直分布と水の動きの季節変化 (Welch, 1952¹⁾ より改変)

このような湖で、温暖化によって一年を通して水温が高くなると、湖水中の環境が大きく変わることになる予想される。

まず、春の水温上昇が早まる。すると、それだけ早く表層と深水層の水温差が大きくなり、夏の成層期が例年より早く形成される (Fig.2)。夏も、表水層の水温がそれまでよりも高くなる。すると、表水層と深水層の水温の差がより大きくなるので、強い風が吹いても崩れない強固な成層構造がつけられる。秋になると、次第に表水層の水温が低下するが、水温低下はそれまでの年よりも遅くなるため、秋の循環期の訪れは例年より遅くなる。その結果、夏の成層期間が例年よりも長くなる。これは、湖底環境に大きな影響を与える。なぜなら、成層期は上下の湖水が混合しないので、深水層には表水層から酸素が運ばれず、深水層の酸素濃度が時間の経過とともに低下し、貧酸素層が形成されるからである。温暖化により成層期が長くなると、それだけ深水層に酸素が供給されない期間が長くなるので、深水層の中でより大きな貧酸

*信州大学山岳科学総合研究所 〒392-0027 長野県諏訪市湖岸通り 5-2-4

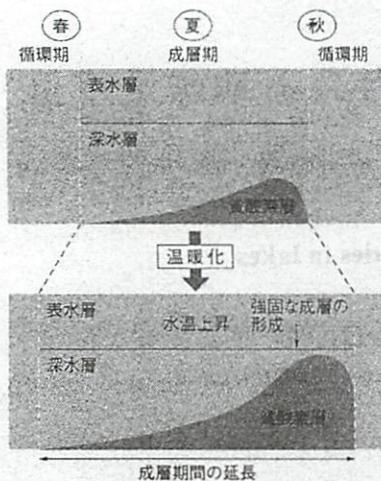


Fig. 2 温暖化によって変化すると考えられる貧酸素層の分布

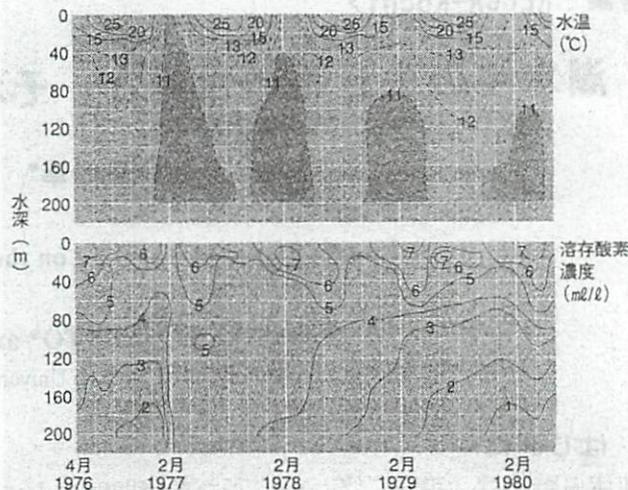


Fig. 3 池田湖における1976～1980年の水温と溶存酸素濃度(mL/L)の水深と時間に応じた変化. Sato³⁾を改変

素層が発達する。その貧酸素層が解消するのは秋の循環期の訪れを待たなければならない。すると、最も大きな貧酸素層の発達、盛夏ではなく、秋の循環期の始まりの直前となる。これは、湖水中の生物に大きな影響を与えることになる。その生物グループの一つは貝だろう。魚も貧酸素環境を嫌い、多くの魚は溶存酸素濃度が $3 \text{ mgO}_2/\text{L}$ を下回ると生きていけないといわれている²⁾。しかし、魚は遊泳力に優れているので、容易に貧酸素層から逃げ出せるので大きな影響は及ばないと考えられる。

温暖化は、冬の湖の環境も大きく変える可能性がある。冬に氷が張ると、表層の水温がおよそ 0°C で、深水層の水温が約 4°C になって成層する。ところが、温暖な地域にある湖では、冬の気象によって冷やされた年間の最低水温が 4°C 以上の場合、その最低水温の水が湖の中で最も重い水になるので、それが湖底に沈むことになる。すると、表層の水温が湖底の水の温度と等しくなる循環期は冬になる。ところが、その後の温暖化によって、冬の最低水温が以前よりも高くなると、深水層の水よりも温度が高く軽い水が冬でも表層にとどまることになる。そうすると、湖水は一年を通して循環しなくなり、酸素を多く含んだ表層の水が底層に運ばれなくなる。その結果、湖底に安定的な貧酸素層が生まれることになるのである。

例えば、鹿児島県池田湖では、年間の最低水温が 11°C であり、それ故、深水層の水温は一年を通して 11°C であった³⁾。ところが、1977 以後は暖冬になったため、冬の最低水温が 12°C までにしか下がらなくなった。すると、一年を通して循環期がなくなり、底層の溶存酸素が年を越えて次第に低下し、貧酸素層が生まれることになった (Fig.3)。

ところが、その貧酸素層をうまく利用する生物がいる。大型ミジンコの *Daphnia* の仲間は、水中の酸素濃度が $3 \text{ mgO}_2/\text{L}$ を下回ると摂食速度が顕著に低下する⁴⁾。しかし、そうすると *Daphnia* は血中のヘモグロビン濃度を高め、水中からの酸素取り込み効率を上げて活性を回復させ、貧酸素層内で生存することを可能にする⁴⁾。その場所は魚が生息できないところなので、ミジンコ個体群は死亡率を大きく低下させることができると考えられる。実際、湯の湖に棲む *Daphnia longispina* は春と秋の循環期には魚の捕食によって個体群密度が低くなるが、夏になって湖底近くに貧酸素層がつけられると、ヘモグロビンをつくった個体はその層に集まり、個体群全体の密度が循環期よりも高くなることが報告されている⁵⁾。この場合、大型ミジンコが生息しにくい、浅くて魚の多い湖で、貧酸素層がミジンコに対して魚からの避難場所を作り、両者が共存できる環境をつくったといえる。

3. 生物間相互作用への影響

湖水中にはプランクトンを中心に、様々な生物が棲んでいる。その生物たちは、食う—食われる関係や競争関係などの生物間相互作用を持ちながら、群集を作り、それを維持している。近年になってプランクトン群集における生物間相互作用は、生物の体長に強く依存していることが明らかにされてきた。例えば、プランクトン食魚は、より大型のミジンコを選択的に食べ、それによって動物プランクトン群集を、大型種が優占するものから、小型種優占のものに替える⁶⁾。一方、魚に捕食されにくい小型の動物プランクトンは、フサカやケンミジンコなどの、捕食性の動物プランクトンの餌食となる⁶⁾。植食性ミジンコが摂食

することができる最大の植物プランクトンのサイズは、大きなミジンコの方が小型ミジンコよりも大きい⁷⁾。一方、個体群を維持できる最低餌密度は、大型ミジンコの方が小型のミジンコより低い⁸⁾。これは、大型のミジンコの個体群の方が、小型ミジンコのものよりも飢餓耐性が高いことを示している。そして、この種間の体長の違いに依る捕食者や餌生物との関係は、同種の個体間でもほぼ同じことがいえる。すなわち、同種のミジンコの成体と幼体を比べると、成体は魚に選択的に食べられ⁹⁾、幼体は無脊椎捕食者の餌になる¹⁰⁾。また成体の方が幼体よりも飢餓耐性が高い。すると、湖水中の動物プランクトンの体長が変化すると、生物間相互作用に大きな影響が及ぶことになる。ここで重要なことは、その体長に水温の変化が影響を与えるということだ。Hanazato and Yasuno¹¹⁾は、実験室内で、3種のミジンコ、(*Daphnia*

Table 1. 異なった水温で飼育した3種のミジンコ成熟サイズ(mm; 平均値±標準偏差)カッコ内はくりかえし数 (Hanazato and Yasuno¹¹⁾)

ミジンコ種	10°C	12°C	15°C	20°C	25°C
<i>Daphnia longispina</i>	1.77(2)	1.48±0.05(10)	1.51±0.06(9)	1.37±0.07(8)	1.12±0.06(5)
<i>Moina micrura</i>		0.78±0.07(10)	0.77±0.03(9)	0.78±0.03(11)	0.70±0.05(10)
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		0.80±0.01(5)	0.71±0.02(4)	0.74±0.02(8)	0.70±0.04(9)

longispina, *Moina micrura*, *Diaphanosoma brachyurum*) を異なった水温で飼育し、そのミジンコの体成長を調べた。その結果、どのミジンコ種も、水温の上昇に伴って、成熟サイズが小さくなることが示された (Table 1)。特に大型の *Daphnia longispina* では、15°Cから25°Cまで、水温が10°C上昇すると、成熟サイズが26%も低下した。

Nagata (in prep.)は、異なる水温環境下でつくられる動物プランクトン群集の構造を実験的に解析し、比較した。その実験では、20°C, 24°C, 28°C, それぞれの温度環境下で、20リットルのタンクに水と諏訪湖の底泥を入れた。これによって、底泥に含まれていた動物プランクトン種の休眠卵から、多くの個体が孵化して動物プランクトン群集をつくった。

その群集ではワムシが優占し、20°Cと24°Cのタンクでは、どちらも比較的大型の *Hexarthra* が多く、他に *Filinia* と *Keratella* が姿を現せた。一方、28°Cのタンクでは小型のワムシ、*Lepadella* が圧倒的に優占した。各タンクで優占したワムシの平均体長を測定した結果、20°Cと24°Cのタンクの平均体長はそれぞれ132.35 μmと136.55 μmで、両者の間に統計的な有意差はなかったが、28°Cタンクの平均体長は76.91 μmで、その値は他のタンクのものより、統計的に有意に小さかった。この結果は、水温の上昇は、動物プランクトン群集の種組成を変え、より小型種の優占を誘導することを示している。

したがって、水温が上昇すると、動物プランクトン群集が小型種優占となる。また、たとえ種組成が変わらなくても、ミジンコで見られたように、それぞれの種の個体が小型化するという事である。すなわち、水温上昇は、動物プランクトン群集を、小型の個体が優占するものに変えるといえるだろう。

4. 生物群集の構造と生態系の機能への影響

水温の変化が湖水中のプランクトンの体長を変えるならば、それは、生物間相互作用に影響を及ぼすに違いない。なぜなら、湖沼生態系における食う-食われる関係や競争関係は、生物の体長に強く依存しているからである。すると、水温上昇は、食物連鎖を変え、生態系の機能にも影響を与えられられる。湖沼生態系内の主要な食物連鎖は、植物プランクトンから始まり、動物プランクトンを経由して魚に至るものである。つまり、動物プランクトンは食物連鎖の中間に位置する。すると、動物プランクトン群集が水温の上昇に伴って変化すると、それは食物連鎖を変えることになるだろう。

ここで、大型ミジンコの *Daphnia* が優占している生態系の食物連鎖を考えてみる。*Daphnia* は、比較的広いサイズ範囲の植物プランクトンを食べ、自らは魚の餌となる (Fig.4)。一方、*Bosmina* に代表される小型ミジンコやワムシなどの小型動物プランクトンが優占すると、それらは魚にはあまり捕食されず、むしろフサカ幼虫やケンミジンコなどの無脊椎捕食者に食べられる。この場合、無脊椎捕食者は大型の動物プランクトンなので、魚に食べられることになる。この二つの食物連鎖を比較すると、前者では、植物プランクトンから魚までの栄養段階数は3となる。一方、小型動物プランクトンが優占する生態系の食物連鎖は、植物プランクトン→植食性動物プランクトン→無脊椎捕食者→魚となり、栄養段階数は4となる。

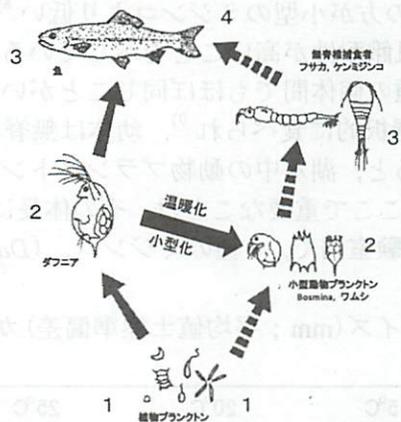


Fig.4 湖内の主要な食物連鎖。左の実線の矢印は、大型ミジンコが優占している生態系でのエネルギーと物質の流れ。破線の矢印は、小型動物プランクトンが優占している生態系のもの。図中の番号は、栄養段階を表す。左の食物連鎖では、魚の栄養段階は3になるが、右の場合、食物連鎖が長くなり、魚の栄養段階は4になる。また、温暖化によってダフニアが小型化すると、ダフニアを介する食物連鎖は、右のものに近づく（太い矢印）。

一般に、栄養段階がひとつ上がると、運ばれるエネルギー量はおよそ1/10になるとされている。すると、栄養段階数が少ない方が、植物プランクトンから魚までのエネルギー転換効率が高くなる。すなわち、大型種優占の生態系の方が、小型種優占の生態系よりエネルギー転換効率が高いといえる。

先に、水温上昇は、小型動物プランクトンが優占する群集をつくるとした。そうすると、温暖化は、湖水中の生態系におけるエネルギー転換効率を低下させると考えられる。また、たとえ大型種の優占が維持されても、水温の上昇はミジンコの体サイズを低下させる。これを機能的に見ると、小型種優占の生態系と同じことになる (Fig. 4)。したがって、湖沼生態系が温暖化の影響を受けると、動物プランクトンが全体的に小型化し、エネルギー転換効率が低下することになるといえるだろう。おもしろいことに、この生態系の変化は温暖化だけではなく、殺虫剤汚染や酸性化といった環境ストレスを受けた生態系と共通するものである¹²⁾。これは、Odum¹³⁾による、生態系は様々な環境ストレスに対して同様の反応を示す、という考えを支持している。

(原稿受理 2011年4月24日)

引用文献

- 1) Welch, P.S. (1952): Limnology (2nd ed.) McGraw-Hill Book Company, New York, pp50.
- 2) Wright, D., and Shapiro, J. (1990): Refuge availability: a key to understanding the summer disappearance of Daphnia. Freshwat. Biol., 24:43-62.
- 3) Sato, Y. (1986): A study on thermal regime of Lake Ikeda. Sc. Rep. Inst. Geosc. Univ. Tsukuba, 7:55-93.
- 4) Kring, R.L. and O'Brien, W.J. (1976): Effect of varying oxygen concentration on the filtering rate of Daphnia pulex. Ecology, 57: 808-814.
- 5) Hanazato, T., Yasuno, M. and Hosomi, M. (1989): Significance of a low oxygen layer for a Daphnia population in Lake Yunoko, Japan. Hydrobiologia, 185: 19-27.
- 6) Hanazato, T. and Yasuno, M. (1989): Zooplankton community structure driven by vertebrate and invertebrate predators. Oecologia, 81:450-458.
- 7) Burns, C.W. (1968): The relationship between body size of filterfeeding Cladocera and the maximum size of particle ingested., Limnol. Oceanogr., 13:675-678.
- 8) Gliwicz, Z.M. (1990): Food threshold and body size in cladocerans. Nature, 343:638-640.
- 9) Wells, L. (1970): Effects of alewife predation on zooplankton populations in Lake Michigan. Limnol. Oceanogr., 15:556-565.
- 10) Gliwicz, Z.M. and Umana, G. (1994): Cladoceran body size and vulnerability to copepod predation. Limnol. Oceanogr., 39:419-424.
- 11) Hanazato, T. and Yasuno, M. (1985): Effect of temperature in the laboratory studies on growth, egg development and first parturition of five species of Cladocera. Jap. J. Limnol, 46: 185-191.
- 12) Havens, K.E. and Hanazato, T. (1993): Zooplankton community responses to chemical stressors: a comparison of results from acidification and pesticide contamination research. Environmental Pollut., 82:277-288..
- 13) Odum, E.P. (1985): Trends expected in stressed ecosystems. BioSci. 35: 419-422.

<特集：RECCA-Kochi>

気候変動とアユ

高橋 勇夫*

Influences of climatic change for ayu

Isao TAKAHASHI

1. アユの生活史と資源変動

アユは日本列島から朝鮮半島、中国沿岸に分布するが、その中心は日本列島にある。川底の石に付いた微細藻類を主食にしているため、藻類が育つ環境—水がきれいで、藻類が付きやすい石がある—が必要となる。こういった条件は日本の川に特徴的に見られるもので、大陸の大河川にはない。そう考えると、アユとはまさに日本の風土に適応した魚と言える。

秋、下流部でふ化したアユの仔魚はすぐに海に流下し、3~6ヶ月間海でプランクトンを食べて成長する。春になって川の水温が上がると遡上し、藻類がよく生育する中流域で夏を過ごす。秋になると再び川を下り、下流部の瀬で産卵し、1年という短い一生を終える。

天然アユの資源量（生息量）に影響を与える要因は多い¹⁾。その中でも海で生息している仔稚魚期の減耗の多寡によってその年の資源量がほぼ決定されていることが1970年代にはすでに示唆されていたが²⁾、その減耗過程や原因に関する情報はいまだに乏しい。

1990年代に入って、全国的にアユの漁獲量の減少が目立ち始めた。原因として、河川環境の悪化や冷水病の蔓延、カワウの食害等があげられているが、はっきりとしたことは分かっていない。興味深いことはアユの漁獲量が減少するスピードは地域によって違っていて、1980年頃は60%近くを占めていた西日本は徐々にシェアを落とし、近年では完全に逆転してしまった（Fig.1）。この原因を特定するのは難しいが、相対的に暖かい西日本でアユが減り、寒い東日本ではあまり減っていないことから、近年の温暖化と関係があるのかもしれない。アユの祖先は北の方に住むキュウリウオの仲間だと考えられている³⁾。そうすると、アユの産地が温暖化の影響で北にシフトするというのは納得できる現象と言えないだろうか。

2. 高知県におけるアユ資源の減少

漁業・養殖業生産統計年報によると、高知県のアユの漁獲量は1975年の2,257tをピークに減り続け、2003年には275tにまで落ち込んだ。この減少の直接的な原因は天然アユ資源の減少であり、これまで積極的に行われてきた種苗放流では漁獲量の減少に歯止めをかけることができていない。天然アユ資源の減少理由は、まだ十分には分かっていないが、その一因と考えられることとして、1990年代後半から観察され始めた早生まれの高減耗をあげることができる。

筆者らの研究グループは四万十川河口域とその周辺海域で採集したアユ仔稚魚のふ化日を15年間調べてきた。それを並べてみると、1990年代前半までは11月上旬付近にあったふ化のピークが90年代後半から急に遅れ始めた（Fig.2）。1996年には特にその傾向が目立ち、ピークは12月下旬にまでずれ込んだ。90年代前半までと比べると2ヶ月近くも遅れたことになる。

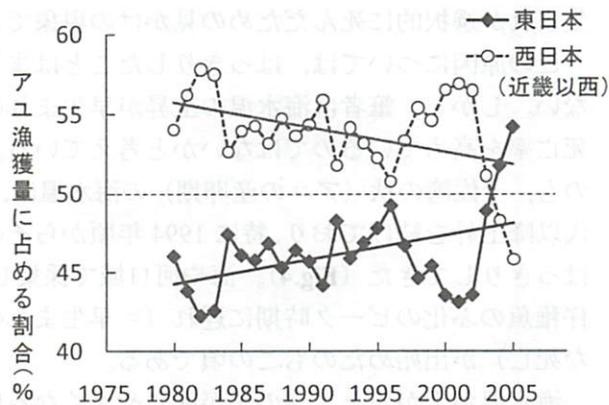


Fig.1 Tendency in catch of ayu in the western and eastern Japan

* たかはし河川生物調査事務所 〒781-5603 高知県香南市夜須町西山 627

問題の年、1996年には詳しい調査—①ふ化直後、②河口域や海域で生活する時期、③遡上期の三つの段階のふ化日を分析—を実施した (Fig.3)。ふ化直後のアユの出現ピークは11月中旬にあり、これが卓越していた。ところが、海域や河口域で採集したアユは12月や1月に生まれたものが大半で、11月生まれはほとんどいない。遡上期のアユでもこの傾向は変わらなかった。この結果は、11月に生まれたアユは海に降りた段階でそのほとんどが死んでしまったことを意味している。1995年以降に観察された「ふ化のピークの遅れ」というのは、実は早生まれが選択的に死んだための見かけの現象であった。

この原因については、はっきりしたことはまだ分からない。しかし、筆者は海水温の上昇が早生まれのアユの死亡率を高めているのではないかと考えている。というのも、土佐湾の秋 (アユの産卵期) の海水温は、1980年代以降上昇を続けており、特に1994年頃からその傾向がはっきりしてきた (Fig.4)。海や河口域で採集したアユ仔稚魚のふ化のピーク時期に遅れ (=早生まれの選択的な死亡) が出始めたのもこの頃である。

海水温が上がるとアユの子が死にやすくなる理由としては、二つのことが考えられる。一つは、アユ仔魚の塩分耐性の問題で、実験によると水温が高くなるほど耐性は低下し、特に20℃以上では急激に弱くなる^{6,7)}。つまり海に下りた時、水温が高いと塩分に対する抵抗力が弱くなって死ぬ可能性が高いのである。もう一つの理由は代謝スピードの問題で、変温動物であるアユは水温が高くなれば代謝スピードがあがる。それを補うためには、より多くの餌 (プランクトン) が必要となり、うまく餌に巡り会うことができなければ飢餓に陥ってしまう。こういった理由から、早生まれのアユというのは、もともと「死にやすい運命にある」と言えるかもしれない。

海水温の上昇が主な原因という考え方についての検証作業はまだ十分とは言えないが、早生まれのアユの死亡率が高まっているのは事実であり、近年、西日本の広い範囲で同様の現象が観察されるようになってきている⁸⁾。そのため、できるだけ早く資源の減少を食い止める作業を始めるべきではあるが、海で起きている現象だけに対策を講じることは難しい。ただ、アユがこのまま黙って死んでいくとも思えないのである。おそらく、「産卵期の遅れ」、「海で生活する時間の短縮」といったやり方で、対応すると予想される。ちなみに、こういったやり方は、より温暖な琉球列島に生息するリュウキュウアユ (アユの亜種) の生き残り戦術でもある。

むしろ現実的な問題は、私たち人間がこういったアユの生活史の変化を理解し、サポートできるかということ

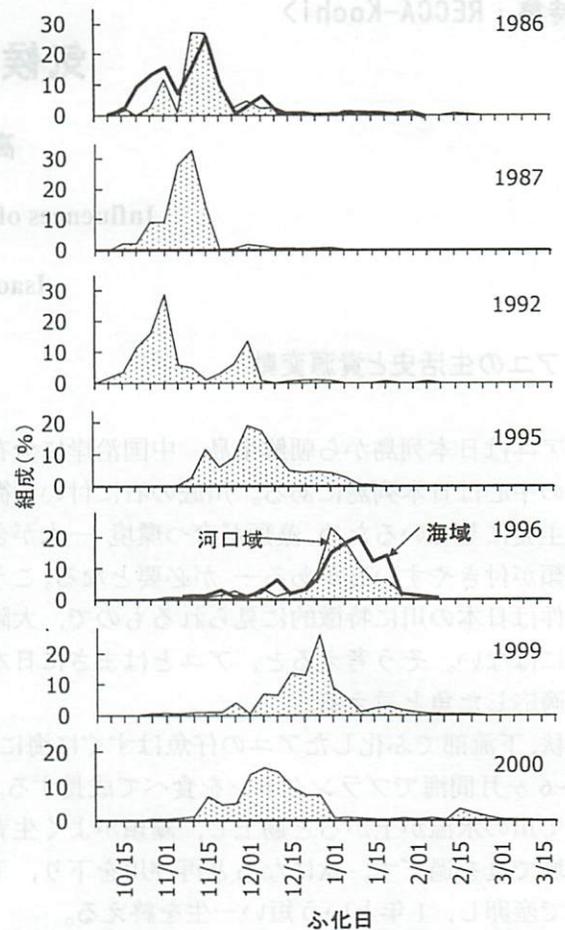


Fig.2 Annual changes in birth date distribution of ayu in the Shimanto Estuary and adjacent surf zones⁴⁾

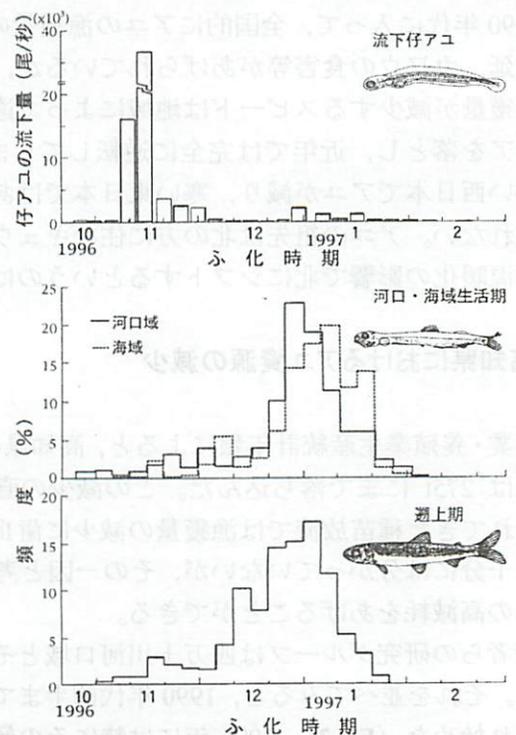


Fig.3 Comparison of the seasonal changes of number of yolk-sac larvae and the birth date distribution of larvae and juveniles⁵⁾

になりそうである。アユ自身が気候変動に対応するには、自由に（気候に合わせて）産卵できることが保障されなければならないが、アユの産卵は漁業の影響を受けて必ずしも自由にはならない。現在のように温暖化しつつある環境下では、アユにとっては産卵期を遅らせることが子の生き残りには有利に働くと考えられるが（実際、高知県でのアユの産卵期は遅くなる傾向が観察される）、産卵期が遅れたアユは落ち鮎漁の解禁（高知県では12月1日）によって未産卵のまま漁獲される可能性が高くなる。結果として、アユの自由産卵＝気候変動への適応はなかなか進まない。

3. 天然アユを守る試み

3.1. 奈半利川での取り組み

高知県東部を流れる奈半利川は電源開発が積極的に行われてきた河川で、昭和30年代に3つのダムが建設された。水は高度に利用されているため、ダムの貯水池や減水区が60kmの流程の大部分を占め、自然な状態で水が流れているのは源流部のみとなっている。また、大雨の際にダム湖に流入した濁水が貯留されるため、ダムの下流河川では1ヶ月以上も濁りが続くことがあり、これまで大きな漁業被害を出してきた。このように、奈半利川はアユが正常に生息するには厳しい環境にあり、実際、資源量は減少していた。

筆者は奈半利川におけるアユ減少の理由と対策を検討するために、アユの生態調査を奈半利川淡水漁協、電源開発株式会社と共同で2003年から始めた。まず分かってきたことは、アユの産卵場が著しく劣化していたことであった。ダムは水だけでなく土砂もせき止めてしまう。ダムの下流ではアユの産卵に不可欠な浮き石の砂利底は消失しており、天然アユが減少した要因の一つとなっていた。対策として、産卵場の造成（河床耕耘と砂利投入）を始めた。産卵場造成と並行して、親魚の保護（確保）にも力を注いだ。先のとおり、高知県では海での死亡率が高くなっていることは分かっているものの、それを防ぐ手だては今のところない。そのため、海に出ていく仔魚の数を増やすことで対応しようと考えたのである。産卵に必要な親魚数は川の収容力から21万尾（10月時点）と算定した。それを確保するために、夏場から秋にかけて漁獲規制（投網の禁漁区設定、産卵保護期間の拡大、産卵保護区域の設定など）を漁協が行った。この対策の効果はめざましく、規制を開始した2006年にはわずか5.5万尾であった親魚数は、3年後の2009年には42万尾にまで増加した。また、産卵場の形成される下流部一帯を10月以降全面禁漁としたため、アユは漁獲の影響をまったく受けずに自由な産卵が可能となった。

対策の効果をふ化する仔魚の数で検証したところ、産卵場を造成し始めて以降、ふ化量は数十倍レベルで増えたことを確認できた（Fig.5）。しかし、対策を始めた当初（2006-2008年）、ふ化量の飛躍的な増加の割には翌年の遡上量は増えなかった（Fig.6）。理由は四万十川で1990年代後半に観察されたのと同様で、数的に多い早生まれのアユが帰ってこなかったためであった。その後、産卵場造成時期を遅らせることで産卵期をいくぶん遅めにコントロールするなどの対策を追加した。産卵場を造成しなければ産卵すらできないという悪条件を利用した苦肉の策であったが、2009年以降は比較的安定した遡上量が得られるようになった（Fig.6）。とくに2010年は高知県下のほとんどの河川で天然遡上が少なかった中で、奈半利川で天然遡上が多かったことは対策の効果が大きいと考えられた。調査を始めて8年、対策の成果といえるような結果が得られ始めて2年しか経っておらず、効果を十分に検証できたわけではないが、科学的なデータを元に対策を講じることで、天然アユを増やすことの可能性は感じられるようになってきた。

3.2. 天然アユを守るうえでの課題

奈半利川での取り組みからも分かるように、天然アユを守る方法は確立されたものではなく、手探り状態である。それゆえに課題も多い。本稿の最後に2つの課題を紹介しておきたい。

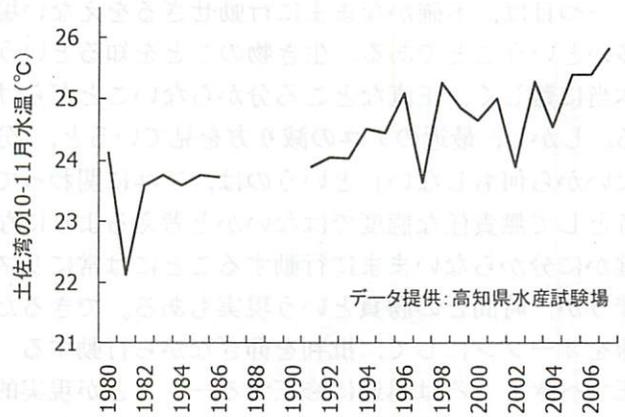


Fig.4 Annual change in mean water temperature during October – November in the coastal water in Tosa Bay

一つ目は、不確かなままに行動せざるをえない場合が多いということである。生き物のことを知るというのは本当に難しく、正直なところ分からないことだらけである。しかし、最近のアユの減り方を見ていると、「分からないから何もしない」というのは、アユに関わってきた者として無責任な態度ではないかと考えるようになった。確かに分からないままに行動することには常にリスクが伴うが、時間との勝負という現実もある。できるだけ情報をオープンにして、批判を仰ぎながら行動する—修正すべきところは迅速に修正する—ことが現実的なやり方ではないだろうか。やってみないと分からないことがたくさんあるがゆえに、失敗の中に、解決の道も見えてくるのが少なくない。

二つ目は、人間がどこまで関与するかという倫理的な問題で、人間の過剰な関与は生物の「野生」を損なう危険性がある。奈半利川での取り組みの中で、産卵場の造成時期を遅らせることで産卵期を遅めにコントロールしたことを紹介したが、本来であればこの作業はすべきではないと考えている。あくまでアユ自身が産卵期を決定し、気候の変化に対応することが本筋であり、われわれにはそれを邪魔しないように配慮することが求められる。しかし、奈半利川は毎年産卵場を造成しないと産卵できないところまで河川環境が悪化しており、そのような条件下では人為的関与は避けて通ることができない。解決の難しい課題ではあるが、長期的なモニタリングを続けることで悪影響を把握し、回避するしか方法は見出せないのではないだろうか。

(原稿受理 2011年4月17日)

引用文献

- 1) 谷口順彦 (1989): 海産アユ不漁の原因, 土佐のアユ, 高知県内水面漁連, pp. 209-222.
- 2) 川那部浩哉(1970):アユの社会構造と生産II, 日本生態学会誌, Vol.20, No.4, pp.141-151.
- 3) 川那部浩哉 (1976): 氷期の繰返しのないなかで, アユの形成と進化, アニマ, No.43, pp. 21-28.
- 4) Takahashi I., K. Azuma, S. Fujita, I. Kinoshita and H. Hiraga (2003): Annual changes in the hatching period of the dominant cohort of larval and juvenile ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* in the Shimanto Estuary and adjacent coastal waters during 1986-2001, Fisheries Sci., Vol. 69, No.3, pp. 348-444.
- 5) Takahashi I., K. Azuma, H. Hiraga and S. Fujita (1999): Different mortality in larval stage of ayu *Plecoglossus altivelis* in the Shimanto Estuary and adjacent coastal waters. Fisheries Sci., Vol. 65, No.2, pp.206-211.
- 6) 伊藤隆・岩井寿夫・古市達也 (1968): アユ種苗の人工生産に関する研究-LXI, アユの人工孵化仔魚の生残に対する水温の影響, 木曾三川河口資源調査報告, Vol.5, pp.571-584.
- 7) 田畑和男・柄多哲 (1979): アユ種苗生産技術の検討-V, 卵およびふ化仔魚の高水温耐性と卵質との関係について, 兵庫県水産試験場研究報告, Vol.19, pp.39-42.
- 8) 高橋勇夫 (2009): 天然アユが育つ川, 築地書館, 194 pp.

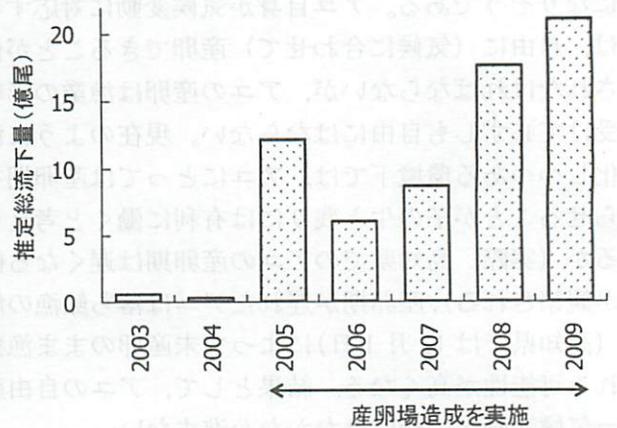


Fig.5 Annual change in number of ayu larvae during downstream migration in the Nahari River

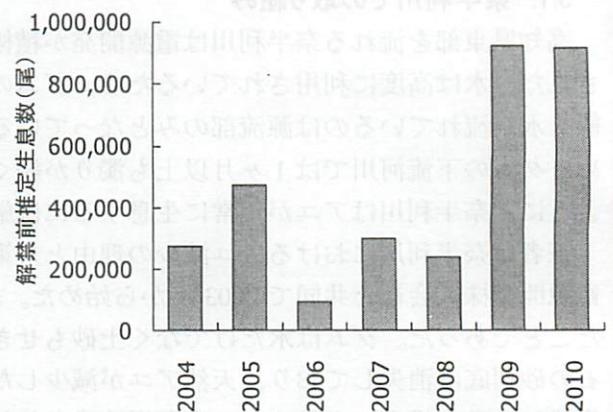


Fig.6 Annual change in number of ayu in mid-May in the Nahari River below the Hiranabe Dam

自主防災活動の促進要因についての一考察 高知県土佐清水市中浜地区の事例から

三牧 純子*

Key factors to promote Community-Based Disaster Management
Case Study in Tosashimizu-city, Kochi, Japan

Junko MIMAKI

1. 研究の背景と目的

阪神淡路大震災以降、防災の社会的な側面、特にコミュニティの対応能力の重要性に対する認識が高まっており、政府は自治体との連携による自主防災組織の設立を一層推進してきた。このような地域の共助体制の確立は容易ではない。だからこそ、「何よりも地域住民同士が相当に高い防災意識を共有し、かつ、その地域社会における人と人とのつながりが緊密であることが重要な鍵となる」(梶, 塚越 2007)。また、地域住民が、地域の共助のために動き出せば、それが、「ソーシャルキャピタルの培養を促進することにつながり、地域の防災力の向上だけでなく、人と人との絆が深まり、快適な日常生活の実現へとつながる可能性がある」(梶, 塚越 2007)。本研究の先行研究である高知県土佐清水市を対象としたアンケート調査(2007年7月実施。有効回答数578)によれば、コミュニティに自主防災組織が「有る」と回答した住民(289名)の方が「無い」と回答した住民(158名)と比べて、災害リスクへの認識が高いほか、自助・共助への意識が高いこと、そして地域の絆を感じる場面が多いことが明らかになった。さらに、自主防災組織が「有る」と回答した住民のうち、実際に地域での避難訓練に参加した住民(250名)に行った調査(複数回答あり)では、避難訓練後に「自分自身の防災意識が高まった」(回答率66%)、「住民による地域の環境に対する関心が高まった」(同38%)および「住民間の絆が強まった(36%)」と回答した。これにより、自主防災組織の活動が防災意識の向上や住民間の絆の深まりに寄与しうることを示した(Mimaki et al. 2009)。

一方、自主防災組織については、これまで自主防災組織設立後の活動の停滞や同組織を地域に根付かせることの困難さなどが指摘されてきた(高橋 1995, 黒田・鏡味 1998)。このような背景から本論文では、高知県での事例をもとに自主防災組織活動への住民の参加を促進させる要因について検討することを目的とする。

2. 調査の概要

2.1 調査対象地域の概要

高知県土佐清水市を調査対象地域とする。同市は県庁所在地の高知市から南西に170kmに位置している、人口17,544名(2005センサス)のまちである。同市は足摺岬という観光地のほか、清水サバや宗田鱈などの漁業でも知られている。なお、同市は、将来南海地震が発生した場合に、津波により市内の3分の2が被災するとの指摘もある。このため、災害への取り組みが重要課題であり、高知県との連携により2003年から市内の自主防災組織の設立に取り組んでいる。

本研究では事例として、同市の中浜地区を取り上げる。中浜地区(人口733人、高齢化率34.24%) (2005センサス)は沿岸部に位置しており、南海地震によって津波が発生した場合に、多大な被害を受ける事が懸念されている。なお、中浜地区は幕末に活躍したジョン万次郎の出生地である。

2.2 調査の方法

中浜地区での自主防災組織の取り組み状況を明らかにするために、2007年から2010年までの計6回にわたり、土佐清水市職員、中浜地区の役員、自主防災組織メンバー、住民等に対して聞き取り調査を行った。

3. 中浜地区の自主防災組織活動の取り組み

中浜地区では1990年代後半以降、自主防災組織の立ち上げに至るまで、諸般の事情により地区内の活動は殆ど行われていない状況にあった。しかし以下に述べるように2004年1月に地区長(自治会長/故人)が自主防災組織設立を目指し始めて以降、地域としての様々な取り組みを進めている。

* 国立民族学博物館 〒565-8511 大阪府吹田市千里万博公園10-1

3.1 自主防災組織活動の始動段階（2004-2007 年度）

① 自主防災組織設立に至る経緯

2004 年 1 月に当時の地区長（自治会長/故人）が市役所の主催による防災セミナーに参加。南海地震のリスクを知った地区長が、自主防災組織の設立を呼びかけ、関心のある住民に参画を募った。そして同年 2 月から 9 月にかけて、集落毎に班長・リーダーを選出するとともに、今後の活動計画について検討を重ねた。

② 自主防災組織の活動開始

2005 年に正式に自主防災組織を設立し、「計画→実施→評価」の仕組みのもと自主防災組織活動を展開し活動の各段階において、住民への情報共有を図っている。

a) 計画策定

まず、集落毎に打ち合わせを行い、地区内のリスクや地区として対応が必要な事項について住民からヒアリング。その後、集落の代表者（班長ら）が参集し、ヒアリング結果について、中浜地区全体で協議を行い、リスクの特定や地域内での活動計画についての検討を行っている。また、中浜地区全体での協議結果については、集落の代表者を通じて住民に報告されるほか、協議結果を集会所に掲示。これにより、住民は自身の意見がどのように地区レベルで検討されたかを知ることが可能である。

b) 活動の実施

協議結果に基づき、様々な活動を実施。また、建造物には「中浜地区自主防災会」というシールを貼付。

- ・ <災害学習> 災害の仕組み、被災事例（国内外の事例）の学習
- ・ <避難路の建設> 土木作業に従事する住民の指導により、住民が避難路を建設（伝統的なボランティアの「出役作業」の一環として実施）（図 2）。高齢の住民や子どもらは、花壇の手入れ等で参加。資材は地区予算で捻出して調達し、避難路建設用の手すり等は廃材を利用することで経費節減。
- ・ <リスク要因の削減> 避難に支障をきたしうる森林の伐採やブロック塀などの障害物の撤去
- ・ <必要な資機材整備> 廃材利用による資機材づくり（古い消火用ホース再利用した手作り担架等）
- ・ <避難訓練> 避難路を使った避難訓練の実施。近隣の保育園も参加した。
- ・ <防災運動会> 防災についての知識の習得と、防災用機材に触れることを目的とした運動会の実施

c) 評価

活動後には、集落レベル、地区レベルで反省会が行われ、次回以降への取り組みに反映。活動内容は壁新聞に纏められ、活動の度に地区の集会所や小学校で掲示されており、地区の誰がどのような貢献を行っているのかが報告・周知される仕組みとなっている。さらに自主防災組織として HP を開設し、活動を報告。

③ 取り組みを通じた住民の変化

避難路整備等の地区全体で行う作業（「出役作業」と地区で呼称）への参加者が増加した（「出役と聞くと地区の責任なので反射的に参加しなくてはと思う」との住民のコメントあり）。また、活動を通じて住民の災害リスクへの意識が高まり、地区内のリスク箇所について自主防災組織へ報告したり、自助への備えを行ったりする住民の数も増加した。さらに、「防災のために地区長が貢献してくれているから」との理由で、地区内の祭りへの協力者も増加した。

3.2 地域づくりへの広がり段階（2008-2010 年）

① 自主防災活動の取り組み

- ・ <出役作業> 自主防災組織としての活動を継続している。避難路の建設が必要な箇所については終了段階にあるため、出役作業は草刈や側溝のひび割れの修繕等の作業が中心。
- ・ <防災運動会の実施> 2008 年と 2009 年に実施。
- ・ <小学校の運動会との連携> 2010 年度は防災運動会を実施しなかった（防災に必要な器具の使用方法を習得できたとの理由）。その代わりに「小学校の運動会競技の中に、災害時の対応にも応用できるものがある」との考えにより、運動会のプログラム中に種目名と併せ、その種目から想起される防災への応用についても記載することで小学校長と合意した。
- ・ <家具の固定化等の講習会> 市役所との連携により、家具の固定化、警報機や消火器の設置のノウハウについて「防災 DIY 講習会」として実施（講習会后、希望者は地区を通じて機材の注文可能）。
- ・ <災害の備えとして地区での資金積み立て> 中浜地区では従来から外部から米を調達し、精米した上で地区住民に販売してきた。住民総会で、この売上金額を災害時に備えて地区として貯蓄することを合意。

② 地区内の他の活動への取り組み開始

自主防災組織活動を契機として、「地区内の脆弱な存在」への対応に関心を集めることとなり、高齢者の生活の支援を目的とするグループ等が立ち上がった。

a) 有料ボランティアグループの立ち上げ

地区の住民が有すスキルを活用して高齢者の生活支援を行うことを目的に活動。市内のシルバー人材センターよりも料金設定を低くしており、高齢者等の住民からの様々な要望に応じてサービスを実施（受益者か

ら「無料よりも有料の方がサービスを利用しやすい」との意見をを受けて有料化)。防災のための警報機の設置作業のほか、草刈、畑仕事、猪退治など活動の範囲は多岐にわたっている。県外に居住している親族からの依頼もあるという。なお、活動の収入は地区内における高齢者支援に活用している。

b) 地区内での食料品販売グループの立ち上げ

「買い物に不便を感じている高齢者に食料品を安く提供したい」との思いから、地区の漁業関係者がその日に水揚げした魚、地区内の農業生産物そしてお弁当等を低価格で販売。近隣地区からの購入者もある。

c) 観光による町おこしの動き

中浜地区はジョン万次郎の出生地として知られているが、記念碑があるのみだった。しかし、NHKの大河ドラマの影響により観光客が訪問するようになったため、地域の有志が「自分達でやることをやろう。」とジョン万次郎の生い立ちを紹介するパネル16枚を堤防に設置した。こうした住民の取り組みを知った市役所側は、「住民がそこまでやるのであれば行政も支援をしなくては」と支援を決定し、市と県の補助金、そして住民や県内外のからの寄付により、ジョン万次郎の生家の復元に着手した(2010年10月末に落成)。

③地区の活動の対外的な発信とそれによる変化

中浜地区の住民が建設した避難路に「中浜地区自主防災会」というシールが貼付されている様子を見た、隣の地区のリーダーが刺激を受け、隣の地区内での自主防災活動へ着手するなど、中浜地区の自主防災活動は周囲へも波及し始めた。

また、中浜地区内においても、活動が様々な変化をもたらした。2007年11月にミャンマー人のNGO職員が同地区を視察し、自主防災組織の役員が対応した。翌2008年の1月には、インド人の研究者達が中浜地区を訪問した際には、100名を超える住民が出迎えた(2007年のミャンマー人の来訪を契機に、「外国人が視察に来るほど自分達の活動には価値がある」と住民の自主防災活動への評価が高まったことも一因という)。このインド人研究者のコメント(廃材利用の工夫、そして意識の高い高齢者が活動の担い手になっていることへの評価)を地元紙と市報が報じ、地区の活動が広く知られることとなった。その結果、市内外の自治会長から自主防災組織の運営について相談が寄せられるようになった。さらに、報道後に市役所から「2008年度内閣府防災まちづくり大賞」への応募を勧められ、入賞した。その後、ジョン万次郎目的の観光客以外にも「まちづくり大賞報告書」で地区を知った県外のマスコミや研究者の来訪がある(以前は地区への来訪者数は僅かだったが、2010年9月時点では、月間700名から1,000名ある)。地区長らはこうした来訪者に対し、「自主防災活動・ジョン万次郎・地区の鯉節工場」の3つをセットにして紹介している。この結果、当初の取材目的以外のことについても報道されることもあり、その報道を契機とした新たな来訪者もあるという。

4. 考察と課題

4.1 住民の防災活動への参加を促進した要因

中浜地区においては、2004年の自主防災活動の設立を契機として、「計画策定→実施→評価」という仕組みで防災に関する様々な取り組み(避難訓練、避難路建設、防災についての啓発普及)を進めている。このような取り組みが機能し、住民の活動を促進した要因として考えられる点は以下の2点である。

①コミュニティ・ガバナンスの構築

2004年に自主防災組織の設立を検討していた当時は、地区内の活動は皆無であり住民間での話し合いの仕組みすら機能していたとは言い難い状況にあった。しかし、時間をかけて、以下に挙げるような住民が納得する透明性の高い「コミュニティ・ガバナンス」の仕組みを構築する中で、住民からの自主防災組織や他住民に対する信頼感が増したという(住民談)。

さらに、活動後の「評価」段階で、住民からのフィードバック(感想・要望)が役員の下なる取組への動機づけになっているだけでなく、次に取り組むべき 이슈が明らかとなるため、活動そのもののマンネリ化を防ぐこととなっている。また、報道や外部者のコメントが住民の自主防災活動に対する肯定的な評価や自信となり、活動への参加促進へつながり、こうした仕組みが地区における好循環を創出したといえる。

- ・ <コミュニティ・ガバナンスの仕組み> a) プロセス(意思決定・活動状況)の可視化
- b) 各住民が意見を言える場づくり(「計画策定→実施→評価」の各段階における「場」)
- c) 幅広い世代が活躍可能な活動メニューの提供
- d) 地区から外部(外国人・メディア等)への発信と外部から地区へのフィードバック

②地区のもつ資源(人的資源・物的資源・諸制度)の評価と強みの活用

中浜地区では、避難路整備等の住民による作業を、「出役作業」と呼称した。出役作業は古来より地区で使われてきたものであり、地区の住民として各戸に課せられた果たすべき責務であったという。こうした「伝統」を再評価し、用語を使用することで「住民として参加しなくては」という意識づけにつながっている。

また作業時に、避難路建設の際に手すりに廃材を利用したり、使用済みの消火ホースを用いて担架を手作りしたりという工夫を行っている。さらに、土木作業技術のある住民をリーダーに据えるなど、各住民の強みを活かすことで、低コストでの取り組みを可能とした。このような工夫によって資金的にも活動を持続可

能なものとして。災害に。さらに、心理学においては、周りからの期待である主観的規範や、自分と社会とのつながりを感じている社会考慮の高さは、地域における防災活動への参加を促進すると考えられており(元吉 2004)、住民の強みの活用は参加の促進に寄与したとも言えよう。

4.2 防災活動がさらなる広がりをもった要因

それでは、どうしてこうした自主防災組織の活動が、さらなる地域活動へと広がりを持つことができたのであろうか。2010年9月時点での中浜地区長へのインタビューで「自主防災組織の活動が土台になった」とのコメントがあった。まず、自主防災組織の活動を通じて、災害弱者となる人々に対する支援の重要性について共通認識が図られたことが挙げられる。そして自主防災活動で構築された「課題について協議・共有し、解決をしてゆく」という仕組みと住民の「自信」が、活動を通じて明らかになった「諸課題」への解決を後押ししたと考えられる。インタビューにおいて、多くの住民から「楽しい」「地区の役に立っていることが嬉しい」とのコメントがあった。各自の発意が活かされ、また活動参加により精神的な充足感を得られていることも、社会考慮の高まりへとつながり、活動を促進したことがうかがえた。

中浜地区長はかつて遠洋漁業の船長として働いていた経験があり「船のマネジメントも地区のマネジメントも同様である」とコメントしていたことがある。自主防災組織の活動を通じた「土台」が作られた背景として、中浜地区の役員らが、自主防災活動を開始した当初から、これを単なる防災活動と捉えず、地域づくりの一環として捉え、地域の絆を再生する上での手段として取り組んできたということも寄与したといえる。

4.3 自主防災組織の運営に対する行政からの必要な支援とは

本調査結果は1事例のみであるため、一般化は困難である。しかし、中浜地区の事例は、住民の参加を促すにはコミュニティ・ガバナンスへの配慮と地区の資源の活用が不可欠であること、そしてこうした一つひとつの取組が基盤となって初めてソーシャルキャピタルの蓄積につながりうることを示唆していると言えるのではないかと。多くの自治体においては、自主防災組織の設立に際して規約づくり等の立ち上げに必要な手続きの支援は行政が行うものの、具体的な運営方法については、住民に委ねられている。中浜地区の隣接地区が中浜地区の取り組みに刺激を受けた例が示すように、コミュニティ間のノウハウ共有については検討の価値があると考えられる。また、中浜地区長へのインタビュー(2010年9月)において、「地元紙での報道が活動を促進してくれた」とのコメントがあった。コミュニティの当事者では気が付いていない美点を、外部組織として見出すことで住民支援となりうる。広報を通じた支援についても積極的に検討すべきと考える。

5. さいごに

農漁村地域においては、近年、気候変動等の環境上の要因だけでなく、過疎化・高齢化などの社会的な要因により自然災害に対する脆弱性も増加しつつある(Mimaki et al. 2009)。今後過疎化が進行するに伴い、行政の体制の規模縮小は避けられず、自助や共助に対する一層の努力が求められる。こういう状況において、コミュニティでの防災活動を考える際には、単に防災というイシューのみを取り上げるのではなく、地域づくりの一環として捉える必要性が一層高まっているといえる。Eade(1997)は「新たなスキルや能力の獲得、それ自体が人々をインスパイアする。(略)そして人々は自身を取り巻く状況をただ受け身的に待つのではなく、危機を自身の視野を広げる好機と捉え、未来を思い描き、そして願望を実現するために前向きな一歩を踏み出す」という。高齢化そして過疎化を止めることは困難であるが、そうした状況下における自主防災組織の活動を通じた学びや経験が、各コミュニティのもつ能力を最大限活かした安心・安全な地域づくりへとつながるよう支援を検討する必要がある。過疎化・高齢化が進行してゆく地域における自主防災組織活動のあり方について、さらなる知見の蓄積が必要である。

本報告は「自主防災活動を通じた地域づくり」(地域安全学会梗概集 No. 27(2007))をもとに再構築した。
(原稿受理 2011年5月7日)

引用文献

- 1) 梶秀樹・塚越功編(2007):都市防災学
- 2) 黒田清吾・鏡味洋史(1998):川崎市における自主防災組織の現状分析,日本建築学会大会学術講演集
- 3) 高橋和雄(1995):長崎豪雨10年に見る自主防災組織の現状と課題,自然災害科学
- 4) 元吉忠寛(2004):災害に関する心理学的研究の展望,名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要, 51
- 5) Eade E. (1997): Capacity Development: An Approach to People-Centered Development, Oxfam Publishing
- 6) Mimaki, J., Takeuchi Y. and Shaw R. (2009): The Role of Community-Based Organization in the promotion of disaster preparedness at the community level, Springer, Coastal Conservation, Vol. 13, No. 4

<特集：RECCA-Kochi>

地球温暖化の影響下における地域社会の脆弱性問題と課題 自立に挑む馬路村の事例研究を中心に

栩木 誠*

Fragility of community and its issues under the influence of global warming
- Focusing on the challenge of Umaji-mura
toward the achievement of independence -

Makoto TOCHIGI

1. はじめに

全国各地の中山間地で急速に高齢化が進み、「限界集落」問題が深刻さを増している。過去30年間に農山村からは600万人を超える人が去って行ったともいわれる。こうした中でも地域に根付いた産業を振興させることによって、自立の道を歩む町村も少なくない。全国の先進例として注目を集めているのが、高知県の馬路村である。人口わずか約1,000人の馬路村は、村特産のユズとスギの間伐材を有効利用した「農商工連携＝6次産業化」で着実な成果を上げている。地球温暖化の影響が広まる中で、地域社会の脆弱性問題が大きな検討課題になっている。「おらが村方式」によって活路を見出してきた馬路村の取り組みは、中山間地域で自立の道を切り開こうとしている全国各地の自治体にも参考になる点が数多い。

2. 主産業の林業衰退で、ユズ果汁の加工品で村の自立を求める

馬路村は、高知県北東部の中山間地に位置する。人口約1,000人で、総面積は166 km²。約96%を森林、そのうち国有林が75%を占めている。豊富な雨と温暖な気候に育まれた良質な「魚築瀬（やなせ）杉」は、秋田杉や木曾ヒノキなどと共に全国に知られる銘木で、江戸時代には幕府献上物として重宝された。同村は、元禄以来、約300年の歴史を有し、明治時代以降も営林署が村内に2つも存在するほどの「林業立村」の地域だったのである。しかし、海外産木材輸入の拡大、住宅構造の変化などで国産材の需要が大きな打撃を受けた。全国各地で林業が衰退し、山村人口が減少する中で、伝統的な馬路村の林業も縮小を続けた。

主産業の林業が縮小する一方で、耕地面積が極めて少ない馬路村での農業生産は困難を極めた。同村が活路を求めたのが、山間の急傾面が多いわずかな耕地でも生産が可能なユズの生産だった。村で古くから栽培されていたユズを商業ベースの産物として本格的な栽培を始めたのは1965年ごろからである。しかし、同村産のユズは見栄えの点などから、他産地産に比べ青果物としての競争力は弱かった。そこで、馬路村農業協同組合はユズ果汁の販売に乗り出した。

ユズ果汁も全国的な過剰生産によって、他産地との競合激化など厳しい状況が続いた。活路を切り開くことになるのが、ユズ果汁を利用して付加価値を高めようとした加工品の生産である。1975年ごろからは、村でつくるユズ加工品は、ユズ酢やユズジャム、ユズ味噌、ユズ佃煮などと広がり、その生産・販売が本格的に始まった。「ユズ独特の香りや強い酸味は、都会の人にも受け入れられるはず」という販売戦略から、当初から都会での売り込みに力を注いだ。農協職員らが全国の百貨店などで開催される物産展をくまなく回り、ユズ加工品の宣伝販売に取り組んだのである。しかし、当初の10年余りは都会の消費者の反応は鈍く、厳しい販売状況が続いた。

* 埼玉大学教養学部 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255

馬路村におけるユズ加工品の生産・販売で、大きな転換点になったのが1988年である。86年に販売を始めた、最大の売れ筋商品である「ボン酢しょうゆ・ゆずの村」が、「日本の村101村展」で最優秀賞を受賞。この年には、もう一つの人気商品となるユズ果汁飲料「ごっくん馬路村」が誕生した。「ごっくん馬路村」は、1990年の同展で農業部門賞を受賞することになる。また、1988年には「村を丸ごと売り込む」マーケティング戦略の強力な推進役ともなっている、高知市内の外部デザイナー、田上泰昭氏が描くユニークなデザインも登場したのである。

「日本の村101村展」で、「ゆずの村」と「ごっくん馬路村」が相次いで受賞したことで、同村のユズ加工品が東京・池袋の西武百貨店はじめ全国の百貨店の「デパ地下（地下の食品売り場）」で販売されるようになり、知名度は一段と高まったのである。こうした大消費地重視の販売戦略が奏功し、馬路村農協の売上高は、1980年ごろの約3,000万円が、1993年には10億円を超え、2005年には30億円超と村の一般会計の歳入約18億円（2008年度）を上回るまでになった。

3. 「村を丸ごと売り出す」独自のマーケティングで全国的に需要を拡大

馬路村のユズ加工品販売は、「県内市場では量的拡大に限界がある」との分析に基づき、当初から主要な販路を高知県外に求めたことに第一の特徴がある。ユズ加工品の販売を開始した直後に神戸市の百貨店催事での販売キャンペーンを行ったことが、その出発点である。その後、全国各地の百貨店催事に積極的に参加する一方で、直接購入を求める消費者が各地に増えたことなどから、独自の通信販売システムによる産地直送販売（産直）を開始した。2000年にはインターネットでの販売も始めた。さらに地域の特産品としては珍しく、全国的なテレビCMも積極的に活用したこともあり、馬路村とユズ加工品が全国区になっていった。

第二の特徴は、「♪馬路の笑顔 みんなにあげる」「♪馬路の自然を みんなにあげる」「♪馬路まるごと みんなにあげる」。馬路村商品のCM「ごっくん馬路村の唄」の歌詞が歌い上げるように、ユズ加工品が馬路村の名前を冠したブランドを名乗ったことである。実際、馬路村のユズ加工品が全国的に需要を拡大した背景には、優れた商品力とともに、村そのものを前面に押し出したマーケティング戦略が、都会などの消費者から支持を得たことが大きい。村名ブランドを付けた背景には、「名前も知らない村の特産品は売れない。名前を知らない村へは遊びに行けない。まずは村を売る」（東谷・馬路村農協組合長）という商品コンセプトがあった。

「村を丸ごと売り込む」という発想は、ユズ加工品の広告宣伝にも大きく投影されている。その一つが、豊かな自然、村の元気な子どもと働くおじいさん、おばあさんらを描いたローカル色豊かなデザインである。田上氏のデザインでつくられてきた多くの商品ラベルやポスター、パンフレットは、素朴なメッセージで評判を呼び、馬路村と商品のイメージを高める上で大きな役割を果たしている。

馬路村の素朴な自然、田舎らしい子どもたちの顔、農業に従事する「おんちゃん（おじさん）」など、村の姿をそのまま売り出すというマーケティングが、全国の消費者の支持を受けた。「産地の顔」が見えるものづくりが、「食の安心・安全」への関心が高い全国の消費者の心をつかんだのである。今では、ユズ加工品の通信販売利用者は全国で約35万人に増加し、その多くがリピーターになっている。そのリピーター率の高さを維持させているのは、徹底した顧客志向のサービスである。通信販売用の箱の種類は、200種を超えるほどで、ユズ商品を発送するときには、大切な商品を守るために商品の隙間を一般的な新聞紙ではなくタオルで埋めるという細かい気配りをしている。

ユズの生産は、西日本から東日本まで全国各地に広がる。ユズ加工品の生産も馬路村周辺の地域はじめ各地で広く行われている。多くの競合商品が存在する中で、馬路村のユズ加工品の全国的な知名度は非常に高い。知名度が高まった要因には、独自のマーケティング戦略に加え、「中身から皮まで丸ごと人が食するユズは、何より安全性が重要である」との発想から、農協や生産者が商品づくりの優位性保持に徹底してこだわったことがある。ユズ加工品の拠点になっているのが、2006年に完成した「ゆずの森加工場」だ。かつての営林署の貯木場につくられた加工場は、「ユズをつくる、加工する、売る、見せる、遊ぶ、食べる、ゆっくりする、人が訪れる」という複合的なイメージを基に作られたユニークな場でもある。

ユズ加工品の需要が大きく拡大する中で、馬路村内のユズ畑の生産量だけでは間に合わない状況が生じた。馬路村農協は、山の斜面を切り開くなど新たなユズ畑づくりに力を入れる一方、周辺地域はじめ県内の委託

生産者からの供給も受ける態勢づくりを進めた。ユズを通じた一つの地域間連携の形成でもある。

4. 村の貴重な森林資源を生かした「森の商品」の開発

ユズ加工品で村の産業活性化の道を歩んでいる馬路村は、今でもなおもう一つの基幹産業である林業による村おこしにも力を注いできた。豊かな森林資源を有効利用した“エコプロダクツ”の木製品づくりである。2000年には、第3セクター「エコアス馬路村」を設立。高知県出身のデザイナー島村卓実氏の協力を得て、「環境に優しい森の商品」を売りに制作する「monacca（モナッカ）」シリーズを立ち上げた。薄くスライスしたスギの間伐材でつくる箱型のバググ一つで、CO₂の固定量は646.2グラムという新しい発想のエコ商品だ。2010年8月には、ニューヨークのギフトショーに出展するなど、ユニークな商品は欧米諸国でも注目を浴びている。

バググや皿、トレイなどスギの間伐材の製品化で生み出した利益を森林に還元する取り組みも進めている。永遠の森づくりを目指して開設した、「千円の森基金」がその一つである。この基金は、間伐材製品の売上額の1%を基金に積み立てることで、森の保全などに活用することになっている。

林業が全国的に低迷する中で、森は生産の場としてだけではなく、水や空気をつくる場と位置づけて有効利用に挑んだことが大きい。「森を育てる」「森を加工する」「森を販売する」という形で、森を循環させることを目指す馬路村の挑戦は、他の林業産地からも注目されている。

5. 村の資源を活用した観光も着実に成果を上げる

全国で30万人を超えるユズの加工品の消費者の中には、ユズ商品と馬路村への親近感から村を訪れる人も増えている。四国山地の山間にある馬路村は、全国的な知名度を持つような名所や有名な史跡があるわけではない。「ごく当たり前の自然が残る、何もない小さな村」である馬路村が、観光資源として着目したのが、山林の間に広がるユズ畑などごく自然な山村風景、林業活発期に活躍した魚築瀬森林林鉄道や木材の運びだしに活躍したインクライン（水力を動力にしたケーブルカー）の復元、村の特産物を生かしたものづくり体験教室だった。

世界でも有数の「森林王国」日本でかつて活躍した森林鉄道は今、全国各地で脚光を浴びており、新たな観光地になっているところも少なくない。馬路村の魚築瀬森林鉄道とその関連施設は、2009年に国の重要文化財に指定されたこともあって、旅行会社のツアーコースにも組み入れられるまでになっている。

馬路村を訪れる年間約6万人の観光客で大きな比重を占めるのが、「6次産業化で自立の道を歩む馬路村」を視察するために訪れる年間300を超える全国各地の視察団である。それと共に、馬路村ブランドのユズ加工品を愛用する消費者が村を訪れる事例も増えている。ユズ加工品を生産する「ゆずの森加工場」もまた、産業観光の目玉にもなっている。「楽しめる工場」をコンセプトにした加工場を訪れる人が、日常的に愛用するユズ加工品の生産ラインや整然としたコールセンターを目にすることで、さらに購買意欲を高めるという相乗効果も生まれている。

村長や農協組合長はじめ村を知り尽くした人による村内案内ツアーにも力を入れている。「ゆずの森加工場」や旧森林鉄道など村の特産・自然を積極的に生かした、村ぐるみの体験参加型の観光が、着実に根付いているのである。

6. 約5,000人の「特別村民」が村を強力に支援する

馬路村のマーケティング戦略が生み出した制度の一つが、「特別村民」制度である。特別村民は、全国に広がる村の応援団「特別村民」の募集である。馬路村ブランド商品を購入したのをきっかけに、「馬路村ファン」になる人も多い。「特別村民」は、村の哲学や理念に共鳴した全国の馬路村ファンが応援団になってくれることを目指した制度である。特別村民に登録すると、特別住民票が発行され、馬路村特別村民広報誌「こうほう馬路」や「だいたい月刊ゆずの風新聞」が送られるなどの特典がある。

「田舎は都会に追随するのではなく、徹底した田舎にこだわった田舎づくりを目指す。都会が憧れる田舎を目指す」（東谷 馬路村農協組合長）という馬路村の取り組みに共感して「住民登録」をした特別村民は、すでに5,000人を超える。村の住民の5倍を超える特別村民が、「第2のふるさと」でもある馬路村に遊びに来るようになった。これは、全国でも例が少ない、新たな観光スタイルの創出である。

7. 6次産業化で高まる雇用吸収力

過疎化に悩む地域が活性化を図るためには、若者はじめ地域住民に安定した雇用の場を提供することが重要である。馬路村方式が評価されるのは、地域の資源を生かして独自の産業を振興させることで、地域を発展させるという「6次産業化」の先鞭をつけたことである。

かつての馬路営林署の貯木場跡にたてられた「ゆずの森加工場」。地元産のスギ材を活用した加工場は、生産と開発の拠点でもある。また加工場には、パソコンや電話がずらりと並ぶコールセンターや配送センターも併設されている。大都会のオフィスを彷彿させるコールセンターでは、全国各地の消費者から寄せられてくる注文メールや電話、ファクスを処理している。このセンターが、ユズ加工品販売の中心的役割を担うのである。

「自立した村づくりには、雇用の場を生む産業の振興が必要だと考えた」。上治村長や東谷農協組合長らがこう目指したように、「ゆずの森加工場」の設立などによって、新たな雇用を生み出す上で重要な役割を果たしている。これらの施設で働く人は約80人に上り、村で最大の雇用の場となっている。働く人は地元住民だけでなく、IターンやUターン組の若者の大きな受け皿にもなっている。2004年から2010年までにIターン就職した20、30歳代の若者は10数人おり、村の活性化にも寄与しているところが大きい。

8. 馬路村の「自立への挑戦」から得られる教訓

馬路村は、日本の代表的な中山間地で、地元の主要産業だった林業が大きな打撃を受ける中で、地域の資源と地域の力を積極的に活用して6次産業化への道を確立してきた。自治体と農協の合併に嵐が吹き荒れる中で、村と農協が、地元住民の協力を得ながら村の活性化、発展を図り、自立の道を切り開いてきた教訓は大きい。馬路村が、従来の村産業の規模をはるかにしのぐほどの多くの実績、成果を上げてきた要因としては、次の諸点があげられる。

- ① 地域の資源であるユズに着目し、「ユズを完全に使い切る」という発想で徹底的な活用に取り組んだことである。特に「ユズの村」「ごっくん馬路村」など産地の顔が見えるものづくりが、功を奏す。「食の安心・安全」に対する消費者の関心が高まりを背景に、馬路村のユズ加工品が大きな支持を受けていく。村独自のユズ加工品を独自に開発、販売することで付加価値を高めた。地域ブランドは地域のイメージが重要であることを示した事例でもある。
- ② 「ユズは生食用、加工原料用を問わず中身だけでなく皮まで丸ごと1個が人に食されるものであり、安全が何より重要」という発想から、天然由来の農薬・肥料しか認めていない、という品質の高さに徹底してこだわった。
- ③ ユズ加工品を単に商品として販売するだけでなく、「都会にない空気を届ける」「村を丸ごと売り込む」というマーケティング戦略に基づくブランド構築が奏功した。「ブランドを付ける目的は、他の競合商品と比較して優位性があることを理解してもらうためのもの」といわれる。馬路村は、その自然風土とそこで生活する村民が作り出した商品に、村の名前を冠することで全国の人びとにアピールしたのである。
- ④ 独自の産直方式が奏功。利用者リストは35万人を超える。農協が商品の発送などの際に同封する村のニュース「だいたい月刊ゆずの風新聞」（1～2カ月に1回発行）などきめ細かな情報発信が、消費者との絆を一層強めている。
- ⑤ 一つの商品の成功に甘んじることなく、常に新たな挑戦を続け、「ユズとスギ」という村の資源を基盤にした商品を次々に開発している。「ユズの化粧品」や「ゆずのシャンプー」など村の貴重な資源であるユズの徹底利用にたゆまず努めている。
- ⑥ ユズや森林商品の開発や販売のためのデザインなど外部の力、Iターン組を含めた若い力の活躍の場を

広げてきた。

- ⑦ 馬路村農協組合長である東谷望史氏と村長の上治堂治氏という強力なリーダーが、リーダーシップを発揮してきた。
- ⑧ 販売戦略上、大きな役割を果たした「村を丸ごと売る」宣伝媒体の作成などに、田上氏や梅原真氏ら外部デザイナーと連携するなど、「外部の力（よそもの）」を積極的に活用してきた。

9. 「自立の道」を歩む馬路村が直面する課題

- ① 生産者の高齢化が進み、原料であるユズ生産の適地が限られている中で、需要増にどこまで対応できるかが大きな課題である。馬路村は山を切り開いてユズの畑づくりを進め、ユズ畑の面積は約15年間で10ヘクタール以上広がり約50ヘクタールに拡大した。しかし、需要増にどこまで対応できるかという課題は残る。
- ② 安全性の高いユズ原料の供給基盤を固めていくことは極めて重要である。そのためにも、村内でのユズ畑の開拓と共に、周辺の自治体はじめ各地で協力してくれる生産者ネットワークの整備・拡大が大きなカギを握ることになる。その場合、高いブランド力と商品の安全性、品質を維持するには、厳しいチェック体制を継続していくことも不可欠となる。
- ③ ユズ加工品の過当競争の中で、どこまで商品の独自性、強みを維持できるか。食品だけでなく化粧品などユズを利用した分野を広げつつあるが、持続的な商品開発は不可欠である。
- ④ 自立への取り組みが強まる中で、都会からのIターン組を含めて若い力が増えてきたとはいえ、村の人口は依然増加傾向に転じてはいない。かつては約3,500人だったこともある人口は、1,000人強にとどまる。就労機会の創出と定住人口の拡大を有機的に結び付けていくことも重要である。
- ⑤ ユズとスギを核にした6次産業化への取り組みを強める中で、体験参加型観光などの育成・強化も重要な課題である。
- ⑥ 地球温暖化に伴ってユズ産地の北進傾向が強まることで、全国のユズ産地の地図が塗り替わるとき、馬路村のユズ加工にどのような影響が及ぶのか。温度上昇に伴う被害対策も含めた総合的な対応策の検討も必要になる。

(原稿受理 2011年5月10日)

<特集：RECCA-Kochi>

「気象変動」と「民間人力」

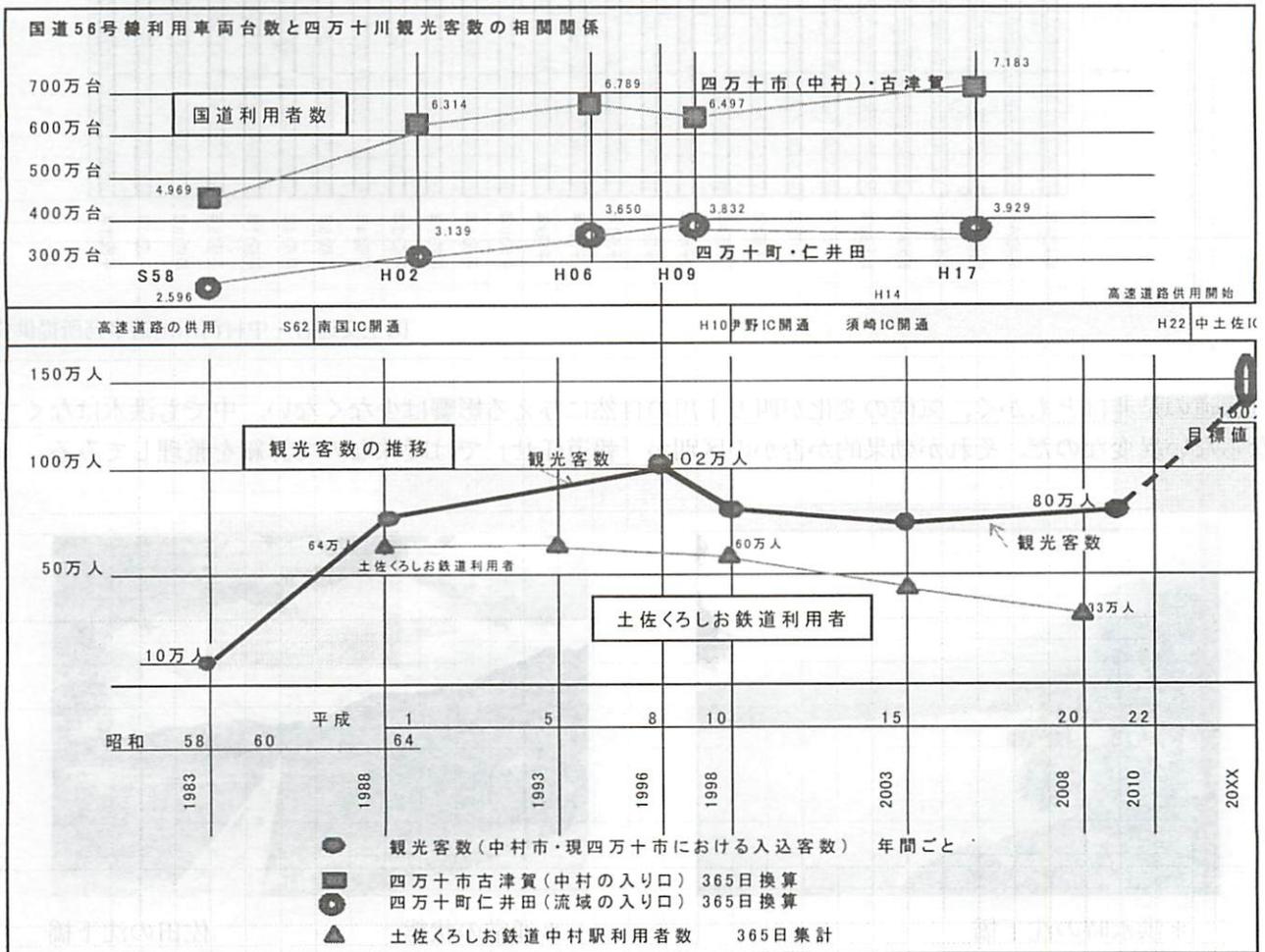
西内 燦夫*

"Abnormal Weather" and "Citizen Power"

Akio NISHIUCHI

1. 四万十川観光の推移

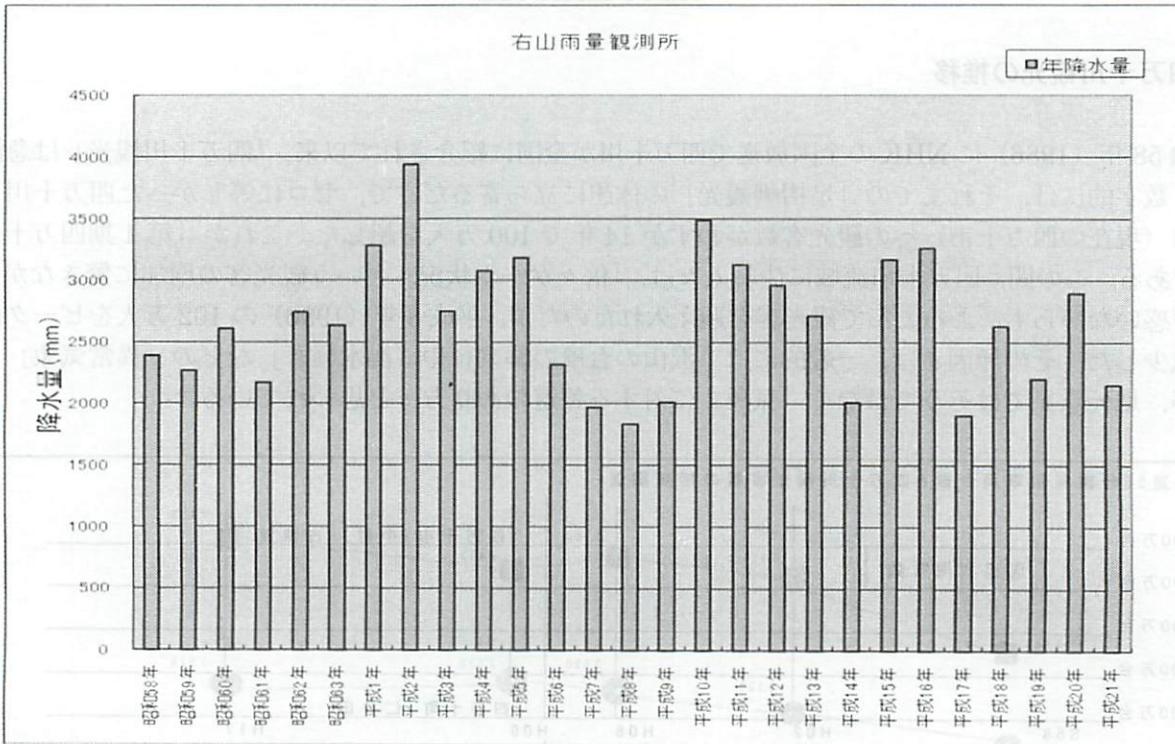
昭和58年(1986)にNHKの全国放送で四万十川が全国で紹介されて以来、「四万十川観光」は急激に伸びた。数的には、それまでの「足摺岬観光」の休憩に立ち寄るだけで、ゼロに等しかった四万十川下流の中村市(現在の四万十市)への観光客数がわずか14年で100万人を超した。これが「第1期四万十川ブーム」である。この間、四万十川流域に住む人々は、「倍々ゲーム状況」という観光客の増加に驚きながら、そして戸惑いながらも、よろこんで観光客を迎え入れたのだが、平成8年(1996)の102万人をピークに観光客は減少した。その原因とは、一般的には「沢山の台風の襲来」や「渇水騒ぎ」などの「異常気象」と言われるが、地元意見ではそうではなく「気象」に対する報道のあり方…と思われる。



* 四万十川流域住民ネットワーク 〒787-0022 四万十市中村新町 1-10

確かに平成8年からの「沢山の台風の来襲」や「極度の渇水」は、短期的な比較では特別ではある。しかし「四万十川観光」が岐路に立つほどの大騒ぎの材料ではない。むしろ長期的に見れば、多少の変化は「洗浄+再生」という自然界のリズムを保持する為の必要事象と考えられる…従ってマスコミの騒ぎ方の方こそが異常だったと思える。

四万十川下流の四万十市(旧・中村市)での昭和58年から年間雨量(計測場所:国土交通省中村河川国道事務所内)の計測値にも周期的多雨と少雨が見られる。そしてその「サイクルが短くなった」とも言える。しかし、年間の数字としては「異常」と呼ぶまでの大きな変化ではない。従って平成9年以降の観光客の減少は、気象要因だけが原因ではない事がわかる。



国土交通省・中村河川国道事務所提供資料

報道の是非はともかく、気候の変化が四万十川の自然に与える影響は少なくない。中でも洪水はなくてはならない異変なのだ。それが効果的か否かの区別が「報道任せ」では曖昧なので詳細を整理してみる。



*洪水時の沈下橋



*通常の状態

佐田の沈下橋

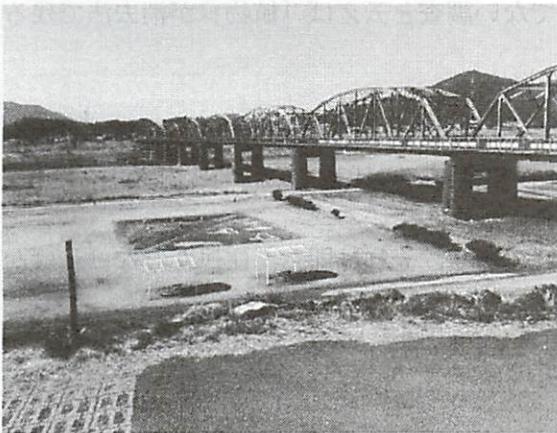
2. 大気変動と四万十川観光

四万十川観光客の減少の原因の正体は「土佐の台風」と「讃岐の濁水」だが、実際には地元民としては「経験したことがある事象」ばかりであり、それらの「過剰な報道」こそが原因だと思われている。その一方で「東日本大震災」も異状と呼ぶならば、異状には質的に二種類あると考えられ、それらは何らかで区別すべきであるとも考えられる。そこで、四万十川では地元民の経験して来た「小さな異状」と東北関東大震災のような「未曾有の異常」とを区別してみた。これはあくまで語彙の個人的な整理である。

語彙の私的な整理表

総称	表現	英字表現	解釈の内容	サイクル長	人体での事例
大気変動	異状気象	change	単発的な小さな変化	2~3年	盲腸・麻疹
	異常気象	unformal	長期スパンでの大きな変化	30年以上	骨折・癌

「東日本大震災」のような変化はあきらかに「異常 abnormal・unformal」（悪い異変）である。しかし四万十川における台風や濁水騒ぎは「許せる異状」である。とすれば、平成8年以降の四万十川の観光客が減少した気象変動は「想定内の小規模な change」であって、環境の健康維持の為にはむしろ必要な変化だと言える。従って「観光客の減少」とは、異状と異常の区別をしなかった「過剰報道」が原因となる。



通常の四万十川



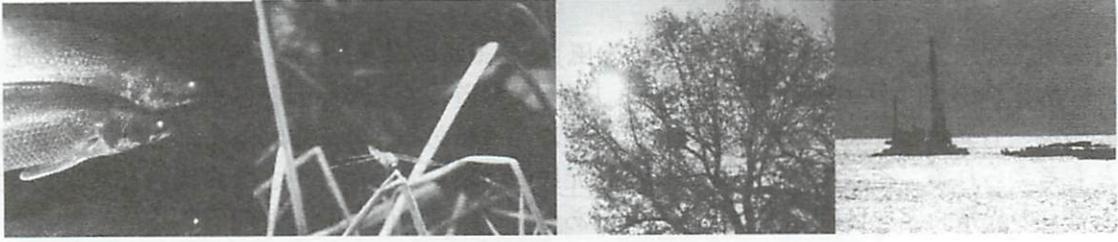
洪水の四万十川

* 右の写真は「大水」で「異状」とは言えるが、「異常」ではなく「自然の営み」の範囲内である。

3. 四万十川の「異状気象(change)」と「異常気象(abnormal)」

四万十川における「良い異状 change」は、その美しさを維持する為の「自然界の必要作業」だと一方的に解釈したが…その吟味は別の問題として、今注目して対処すべきは「悪い異常 abnormal」である。

その悪い異常とは目には見えない「地球温暖化」が原因と思われる現象である。これは自然界の深部の変化であって、その多くの速度はゆるやかで「四万十川の生物環境」に、もう既に徐々に表れつつある。それはその速度の遅さ故に流域住民でさえ気が付き難い事象ばかりである。具体的な症状としては…熱帯魚や小判鮫が四万十川で確認されたり、春に咲くべき花が秋に咲いたり、蝶やトンボの生息北限が台湾から四万十川まで北上したり…そして色々の外来種の生息できる環境が整ったりしていることである。住民の多くは、それらが四万十川の自然環境維持の為には良くないと思いつつも、「具体的損害の見えにくいこと」や、「自らの専門的科学的視野の欠如」という理由から、目の前にある危機とは感じていない。しかし、台風や少雨の原因追究の際に必ず出てくる「地球温暖化」という言葉から「漠然とした不安」を抱いている。



4. 四万十川流域住民ネットワークという「民間人力」

このネットワークを形成する 23 の民間人の団体は、四万十川流域の全市町村に存在する。発足時の目的が「四万十川全流域の環境保全の為の意志統一」だった関係で「源流から海辺まで…」全域に存在する。そのメンバーの常時の活動はその団体の各々の存在する地域限定が多いが、流域全体の為には「統一行動目標という四万十川の為の全員参加のプログラム」に沿って活動する…との約束がある。従って目的が明確で意志の統一があれば、その広域的な活動機能を利用して四万十川全域に及ぶ「広い面」をカバーする調査を含めた活動も可能である。

そこで「地球温暖化の初期症状」についての「生物等の調査」を、気温差のある「海辺から山奥まで」の広範囲に同時に展開し、そこで得たデータを蓄積して、他地域の事象や都会での状況と符合させることが可能である。その事によって即「大気変動」の原因を知る事は困難ではあるが、その糸口の端緒でもを知ることが出来るのではないと思われる。その際の「同一の調査項目」を考えた時、科学的には素人の集団の同時調査なので…植物を思いつく。魚類では上下流では環境が違い過ぎ魚種も異なる。鳥や蝶では専門的過ぎる。星座の観察や大気の計測も条件は整わない。全域で専門的でない調査と云えば「植物」が消去法で残ることになる。

四万十川の川漁師で「四万十川に 40010 本の桜」を咲かそうと運動している人が居る。その運動への協力と調査を兼ねて、桜の状況調査を全流域で行い、そして積年の比較や全国との比較から「地球温暖化」や「流域山林の変化」を知る事が出来るのではないかと…等と単純な調査の計画している。

「地方の地域住民が出来る事」とは「住民にしか出来ない事」であり、それは即ち「住民がしなければならぬ事」のように思える。

(原稿受理 2011 年 4 月 9 日)

〈特集：RECCA-Kochi〉

高知県立幡多農業高等学校の 循環型農業教育に向けての取り組み

谷 淵 悠*

Efforts on the education of recycling-based agriculture
in Hata Agricultural High School of Kochi Prefecture

Yu TANIBUCHI

1. 高知県立幡多農業高校の歴史

本校は高知県四万十市古津賀に位置し、今年創立 70 年目を迎える高知県西部の唯一の農業高校である。以前は農業後継者を育てる地域の中心校であったが、産業構造の変化に伴い農業を通して「命の尊さ」「自然の偉大さ」「食の大切さ」などを学ぶ学校として大きく様変わりし現在に至っている。また、幾多の変遷を経て、設置学科の名称や学習内容も大きく変化してきた。

2. 学校の概要

- (1) 設置学科 園芸システム科 アグリサイエンス科 グリーン環境科 生活コーディネート科
- (2) 生徒数 男子 149 名 女子 200 名 合計 349 名
- (3) 環境に関わる専門科目
農業科学基礎 環境科学基礎 グリーンライフ 生物活用 森林科学 課題研究 等

3. 循環型農業教育の実践

3.1 有畜農業

現在、畜産農場では、乳牛約 20 頭、豚約 50 頭、馬 7 頭を飼育し、これらから排出される糞尿は専用施設（図 1）で処理をしている。堆肥については乾燥施設へ投入し、乾燥後は袋詰めをして、年間 1500 袋程販売し、剰余分は校内にある畑に投入し、有機栽培や減農薬栽培の作物を栽培している。また、尿については「水浄化施設四万十方式」で処理し、一般排水溝に排出している。また施設内の清掃時に出る汚泥については校内の畑に還元している。

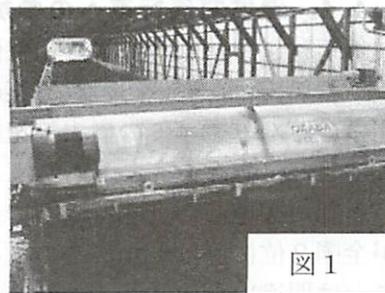


図 1

近年有機栽培や無農薬栽培が提唱されるなかで、本来は産廃物として考えられがちなこれらの糞尿を有効に活用する農業を実践し、生徒達の「循環型農業」や「安全な食」に対する意識の高揚を図っている。

3.2 四万十川の野草の利用

平成 10 年、野焼きが禁止され莫大な量の野草が産廃物として扱われるようになった。この対応策として、日本河川環境財団の補助を受け、野草の有効活用として、家畜の飼料への利用や果樹園地へのマルチング（土壌被覆材）への転用などの研究に取り組み、その普及活動に積極的に取り組んだ（図 2）。その結果、近年では地域全体として様々な活用がなされ、園芸農家の有機堆肥の材料の一つに使われるようにもなっている。本校では、ラッピングフィルムを用いた牛の発酵飼料への利用を行っている。



図 2

4. 環境教育について

本校の学校運営方針は大きく分けて 3 つの柱から成り立っている。その一つに「エコスクール構想」があ

* 高知県立幡多農業高等学校 〒787-0010 高知県四万十市古津賀 3711

り、校内に様々な施設設備を設置し、生徒の環境への意識の高揚や学習を図っている。

4.1 堆肥乾燥施設の設置

本校畜産農場では約 20 頭の乳牛と約 50 頭の豚を飼育している。これらから排出される堆肥は日量 400 kg 以上になるが、以前は畑に還元するしか方法はなかった。しかし、近年の有機農法の見直しや、ガーデニングブーム、また家畜糞尿処理に関する法律の施行などから販売してみようということになり、様々な試行錯誤の結果、乾燥堆肥を袋詰めして販売することになり、袋のデザインやネーミングを農業クラブの活動で取り組み、商品化し大好評を得ている。特に袋詰めすることで、学校の販売イベントでは、車のトランクに積んで帰れるようになり、年間 1000 袋以上販売している。また、このことで、一般家庭の菜園などでも気軽に使ってもらえるようになり、地域の有機農業への関心も高まっている。

4.2 ソーラーパネルの設置

本校には果樹園があり、梨・カキ・キウイ・梅等が栽培されているが、クリーンエネルギーを利用しようと考え、太陽光発電装置を設置し、これらの電力を蓄電し、利用する設備を導入した。

4.3 畜産排水浄化施設の設置

尿についても「四万十方式」(図 3) という水質浄化施設を設置し、一般排水溝に排出できるレベルまで浄化している。自然循環方式「四万十方式」とはどういうものかというところ、一口に言うと水田の浄化機能を参考に、自然本来が持っている物質循環の自然浄化機能を活かした水処理システムである。

四万十川方式は、水田の水浄化機能を手本に、自然が本来持っている物質循環の自然浄化機能を活かした新しい水処理システムで、この方式は木炭や枯れ草、石などの自然の素材に若干の加工を施したものを適切に組み合わせ、主として微生物の力で浄化する方式である。これにより有機性の汚れはもとより、陰イオン界面活性剤や通常の方法では除去困難な窒素、リンも削除できる。保守管理の面ですぐれており、四万十川流域を始め、県内外に合計 32 機(平成 14 年 3 月現在)が稼働している。

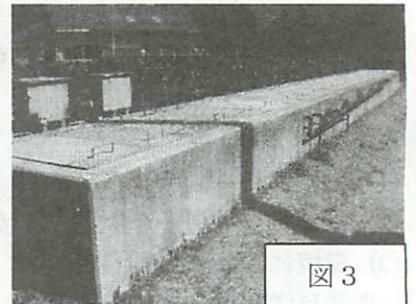


図 3

4.4 環境関係行事への参加

毎年秋に行われる「菜の花整備事業」に、本校 1 年生全員が参加している。ここでは、春に行われる菜の花祭りの準備の一環として、四万十川河川敷の草刈りやゴミの撤去等を地域の方々と一緒に行い、身近にある環境に注目し、意識を高めてもらうことを目的としている。今年 2 月に日本経済新聞が実施した「春を満喫できる水辺の名所」アンケートで、四万十川が全国 2 位に選ばれた。このことは、今後の活動にも大きなはずみとなることは間違いない。



図 4

5. 今後の取り組み

本校では様々な形で環境学習ができるようになってきているが、それぞれの担当で研究や調査したことが、十分に生かされていない部分もある。そこで今後はこれらを整理し、利用しやすい形をつくらなくてはならないと考える。さらに地域や学校にあった新しい取り組みも検討中であり、環境学習教材として校内にある施設や設備を更に活用し、本校独自の環境学習を進めていきたいと考えている。

現在学校では、環境保全型農業や循環型社会に対応した農場運営が重要であると思われる。また環境学習の成果の向上のためには、地域・教科・農場にあった補助教材も重要ではないだろうか。そして 21 世紀を生きる人間として、地域環境の保全・創造について豊かな知識を持った生徒を育てていくことが私達教員の使命であると思われる。

本校においては、様々な形で実際に環境学習ができるという農業高校の優位性を最大限に生かし、様々な取り組みを行ってきた。今後も時代にあった環境教育を様々な場面に取り入れ実践していきたい。

(原稿受理 2011 年 4 月 18 日)

<解説論文>

ドナウ川・フロイデナウ発電所とその魚道

藤村 和正*, 村上 雅博**

Hydropower plant and fish-way of Freudenau Dam in the Danube River

Kazumasa FUJIMURA* and Masahiro MURAKAMI**
Meisei University* and Kochi University of Technology**

Abstract

The Freudenau dam, which equips with run-off type of hydropower plant with a head difference of 8.7 m, was constructed in 1992-1998 on the Danube River at the central part of Vienna city in Austria. The dam generates 1,052GWh of hydro-electricity annually. The Freudenau is one of the typical dam to confirm the consensus by public election in the beginning of 1990s with 354,533 people of vote for “yes”, which amounts to 73% of the citizens in Vienna city. A nature restoration concept was introduced in the early 1990s to construct the by-passing fish-way in the inland wetland with high bio-diversity. After completion of dam construction project, careful ecological monitoring was carried out in the fish-way canal system to find 41 species of fishes, which amounts to 72% of the original 57 species in the Danube River.

Key word: Dam, Hydropower, Fish-way, nature restoration, Freudenau, Vienna City, Danube River,

1. はじめに

オーストリアの首都ウィーンは、音楽、絵画、建築などで世界によく知られており、文化、芸術の都である。ウィーン近郊にはドナウ川が流れ、ヨハン・シュトラウスⅡのワルツ曲「美しく青きドナウ」は有名であり、毎年1月1日に行われるウィーン・フィルハーモニー管弦楽団のニューイヤーコンサートのアンコール曲でもある。1992年、このウィーンのドナウ川を横断する形でフロイデナウ発電所の建設が開始された。約1,800億円の建設費と7年の工期を経て1998年に完成し、現在、オーストリアの主要な水力発電の一つとして機能している。1991年、工事に先立ち建設の是非をめぐって住民投票が行われた。投票結果はウィーン市民の約4分の3が賛同するものであった。大都市ウィーンにおける大規模公共事業の実施に際してこれだけの高い支持率を得られた背景には様々な要因があると思われるが、その一つとして環境保全を強く意識した発電所施設の設計であったことが考えられる。つまり水力発電所の建設はその堰により川を分断してしまうが、このフロイデナウ発電所では堰の上流側と下流側のドナウ川を連結させる



Fig.2-1 Danube River and Europe

図1 ドナウ川の位置¹⁾

*明星大学理工学部 〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1

**高知工科大学環境理工学群 〒782-85 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

大型の魚道が設置されている。本稿では環境に配慮した公共事業の例として、オーストリアのフロイデナウ発電所とその魚道について紹介する。

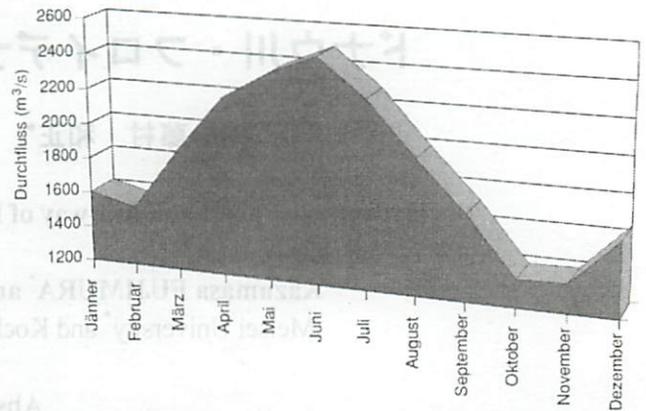
2. ドナウ川とオーストリアの水力発電

ドナウ川はドイツアルプスを水源として、ドイツ、オーストリア、スロバキア、ハンガリー、クロアチア、セルビア、ルーマニア、ブルガリア、モルドバ、ウクライナを流れ黒海に至る。流路長は2,857 km、流域面積は81万7千km²でありボルガ川(流路長3,530 km、流域面積136万km²)に次ぐヨーロッパ第2の河川である。ボルガ川がロシア一国のみを流れ、ライン川がスイス、ドイツ、オランダとドイツフランス国境を流れているのと比べるとヨーロッパの10カ国を流れるまさに国際河川と言える。図1にドナウ川の位置¹⁾を示す。

オーストリアのドナウ川は、ドイツのパスサウの国境からスロバキアのプレスブルグ手前の国境まで延長352 kmあり、谷部を約150 km、平地部を約200 km流れている。この区間の高低差は約150 mで平均勾配は0.44‰である。流量については、ヴァッハウ、ペーゲル・キンストック地点における1981年から1996年までの平均値²⁾では11月が最低で1,360 m³/s、6月が最大で2,437 m³/sであり、図2に示すような月変化である。ウィーン地点の導水流量の計画値は約1,900 m³/sであり、100年確率による計画高水流量は11,000 m³/sであり、渇水流量は600 m³/sである。オーストリアのドナウ川はこのような豊富な流量と高低差のある地形を同時に有しているため他のドナウ川が流れる国に比べると水力発電に適している。現在、オーストリアのドナウ川には9つの水力発電所があり、その形態はいずれも流路型流れ込みタイプである(表1)。これらの水力発電所は1950年代から建設され、9つのうち5つの水力発電所が1970年代から1980年代にかけて運転開始となっている。フロイデナウ発電所は1998年に完成した最も新しい水力発電所である。なお、アシャハ発電所では施設の更新を行っており2010年に完成予定である。ドナウ川の水力発電量はオーストリア国内の水力発電量の約5分の1である。

3. フロイデナウ発電所

ウィーン南東部のドナウ川右岸のフロイデナウは、19世紀後半から船着き場として利用され、20世紀に入りウィーン港として整備された場所である³⁾。この地にドナウ川を横断する形で水力発電所の建設が1992年から1998年にかけて行われ、1998年から運転開始されている。建設費は約150億オーストリアシリング、日本円に換算して約1,800億円である(1991年頃のおよその為替レート、1オーストリアシリング≒12円で換算)。図3にフロイデナウ発電所の堰堤の様子を示す。工事に先立ちフロイデナウ発電所建設の賛否を問うウィーン市民投票が行われた。投票日は1991年5月14日、15日、16日の3日間で、有権者数は1,127,743、投票者数は492,843、有効投票数は488,063、無効票は4,780で投票率43.7%であった。投票結果は賛成が354,533の73%、反対が133,530



(出典：引用文献²⁾, p. 10, Abb. 3.1 より転載)

図2 ヴァッハウ地点の流量の月変化

表1 オーストリア・ドナウ川の水力発電所

発電所名	運転開始年	発電力 (MW)	年間可能発電量 (GWh)
アシャハ	1964/2010	287.4	1,617.4
オッテンスハイム・ヴイルヘルグ	1974	179.0	1,134.9
アップヴァインデン・アステン	1979	168.0	995.7
ヴァルゼー・ミッテルキルヘン	1968	210.0	1,318.8
イエプス・ベルゼンボイグ	1959/1996	236.5	1,335.9
メルク	1982	187.0	1,221.6
アルテンヴァース	1976	328.0	1,967.6
グライエンシュタイン	1985	293.0	1,717.3
フロイデナウ	1998	172.0	1,052.0
合計	—	2,060.9	12,361.2

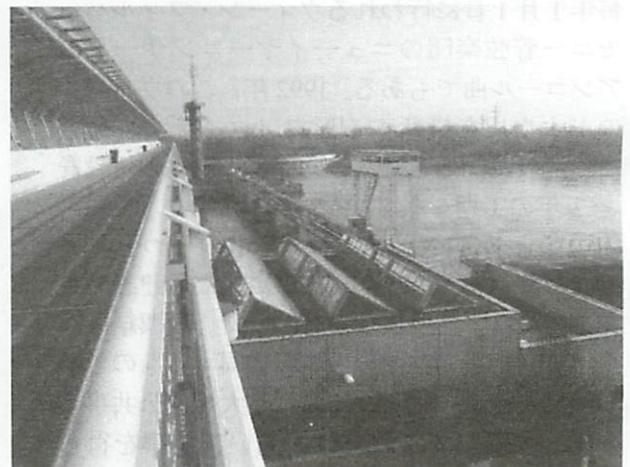
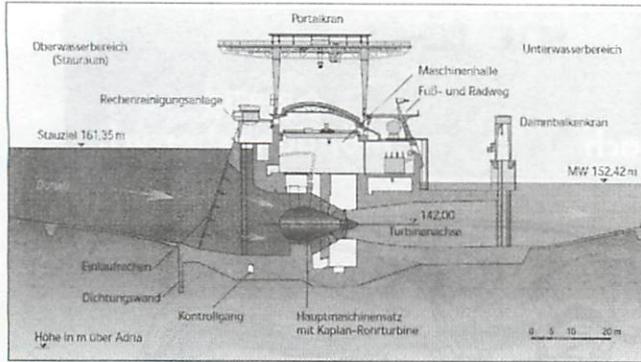
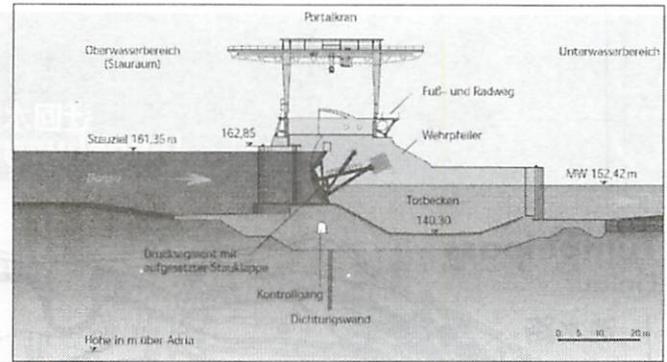


図3 フロイデナウ発電所の堰堤と堰下流側



Kraftwerk Freudenau, Querschnitt durch das Krafthaus



Kraftwerk Freudenau, Querschnitt durch ein Wehrfeld

(a) カプラン式水車の流水通過部分

(b) 洪水調節ゲート部分

(出典：オーストリア水力発電機パンフレット“Die Kraftwerke an der österreichischen Donau, Strom aus der Donau”より転載)

図4 発電所施設の縦断面図

の27%となり圧倒的に賛成票が多かった⁴⁾。ちなみにウィーン万博開催の賛否も同時に問われたが、こちらは賛成35%、反対65%で否定されている。

フロイデナウ発電所は水路式流れ込み型の発電所で、発電所の施設は水力発電、開門、洪水調節ゲート、魚道からなる。堰の有効長は275 m、幅員は24 mであり、背水区間は約28 kmである。以下に発電所施設について記す。

3.1 水力発電

水力発電はカプラン式水車6基により行われている。堰の上下流の水位差は8.7 mあり、この落差を利用して発電されるが、1基あたりの流量は $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 、出力は30.3 MW、6基合計すると $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の流下能力と172 MWの出力になり、年間可能発電量は1,052 GWhである。これはオーストリア国内の消費電力の約2%に当たる。なおカプラン水車とはオーストリア人エンジニアのビクトル・カプラン (Viktor Kaplan) が発明した水車で、プロペラ状羽根車の羽根の角度を調節できることが特徴であり、1年を通して大きく変化するドナウ川の流量に対して効率よい発電ができる。

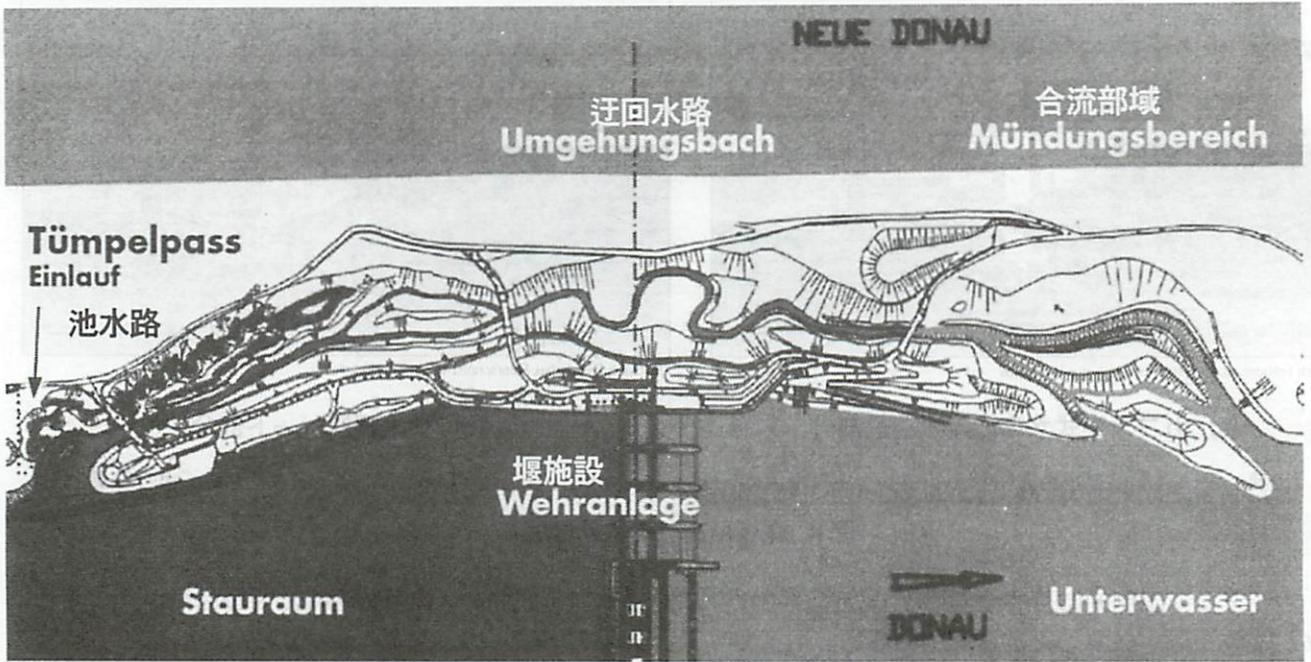
3.2 洪水調節ゲート

洪水調節ゲートはアンダーフロー型の構造で4基設置されており、流下能力は約 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 、合計約 $2,000 \text{ m}^3/\text{s}$ の洪水処理が可能である。ドナウ川本流で約 $5,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、新ドナウ川で約 $6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、合計 $11,000 \text{ m}^3/\text{s}$ が計画高水流量と推定される。図4には発電所施設の縦断面図としてカプラン式水車の流水通過部分と洪水調節ゲート部分を示す。

4. 魚道

魚道を大別すると自然素材を用い実際の河川の流路に似せて造る近自然型魚道と直線的なコンクリート水路を工夫した人工的魚道がある⁵⁾。日本では後者の人工的な魚道、例えばデニール式魚道などが設置されている場合が多いが、フロイデナウ発電所の魚道は前者の近自然型魚道である。このタイプの魚道は機能、目的によって様々な呼ばれ方がされるようであり、フロイデナウ発電所の魚道の場合、「魚の遡上補助 (FAH: Fischeaufstiegshilfe)」と言う名称である。同じドナウ川の近年設置されたメルク発電所の魚道は「魚の回遊補助 (Fischwanderhilfe)」という呼ばれており、ドイツ水資源・農業土木協会では「魚の遡上設備 (Fischeaufstiegsanlagen)」と呼んでいる。本稿では一括して魚道と呼ぶことにする。

フロイデナウ発電所の魚道は、ドナウ川と新ドナウ川に挟まれたドナウ島の中に50 mから200 mの幅で長さが約1,000 mで造られている。この区域は動植物の生息域であり自然保護区として指定されている。その構成は、ドナウ川との「合流部域 (Mündungsbereich)」, 「迂回水路 (Umgehungsbach)」, 「池水路 (Tümpelpass)」となっている(図5)。堰の上下流の水位差は8.7 mであるが、この水位差を迂回水路で6.7 m及び池水路で2.0 m,



(引用文献²⁾, p. 13, Abb. 4.1. を引用し加筆)

図5 フロイデナウ発電所の魚道の構造

合計 8.7 m の高低差を解消している。以下に魚道の構成概要と供給水量, 生息魚類について説明する。

4.1 合流領域 (Mündungsbereich)

ドナウ川との合流領域は, 発電所の堰堤から約 500 m 下流でデルタが形成されている。約 200 m の区間には幅約 6 m の固定した 2 つの流路と, 洪水時にこの固定流路からあふれた流水を流すもう 1 つの流路がある。

4.2 迂回水路 (Umgehungsbach)

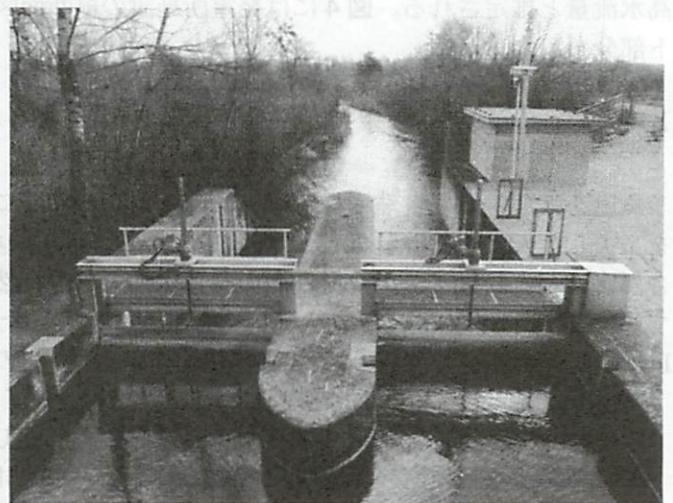
迂回水路は, 約 160 m の直線水路と約 300 m 区間の蛇行水路, そして流量供給堰まで約 170 m の区間からなる。蛇行区間での水深は, 最大供給水量のとき深いところで 1.3 m 程度であるが, その他は水路幅約 8 m ~ 15 m で比較的浅く平らである。

4.3 池水路 (Tümpelpass)

池水路区域は約 420 m の長さで連続する 19 の池から構成されており, ヘアピンのように折れ曲がった形状になっている。迂回水路の最上端に流量供給堰が設置されているが, その約 15 m 下流の位置が迂回水路と連続池の合流部分となっている。19 個の池で水位差 2 m を解消しており, 1 つの池の上端と下端の水位差が約 11 cm となっている。池の大きさは, 長さ約 20 m から 40 m, 幅約 3 m から 16 m である。各池の流速は 1 m/s 以下となるように設計されており, 水深は 1.5 m 程度であり, 円形のポットのような形状となっている。

表2 流量供給堰の操作規則

期 間	池供給流量 (l/s)	堰流下量 (l/s)	供給流量合計 (l/s)
3/1 - 7/15	900	900 - 2,700	1,800 - 3,600
7/16 - 11/30	900	900 (- 2,700)	1,800 (- 3,600)
12/1 - 2/28	900	600 (- 2,700)	1,500 (- 3,600)

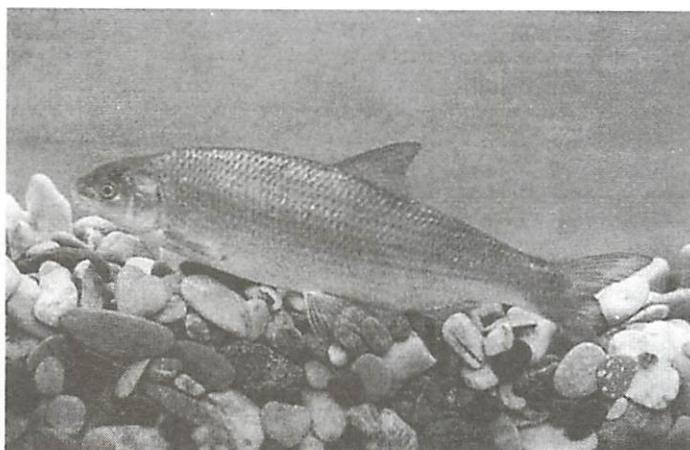


撮影: 信田紗希 (2010.3.3)

図6 迂回水路区域への流量供給

4.4 供給流量

ドナウ川の流量は1年間で大きく変化するが魚道への流量は表2に示すような操作規則を設けており、3,600 l/s以下に抑えるようにしている。つまり、池水路への供給流量は年間を通して900 l/sと常に一定であり、迂回水路への供給流量は季節に応じて600 l/sから2,700 l/sで変化させ、魚道への洪水の負担がないようにしている。池水路への流量は第5池で行っており、迂回水路への調節は流量供給堰(図6)により行っている。



(出典：引用文献²⁾，p. 40，Foto. 9.2. を転載)

図7 オーストリア・ドナウ川の一般的なコイ科魚類
オオバナウグイ

4.5 生息魚類

1999年と2000年の魚類調査では潜在魚類相57種のうち76%にのぼる42種が確認され、豊富な魚類が生息していることが明らかとなった。その多くは遡上を好むコイ科の魚、シルバーブレーム(Güster)、ローチ(Rotaue), ヴィムバ(Rußnase)、アブラハヤ(Zobel)などである。また、春季の調査では、迂回水路で産卵するオオバナウグイ(Nase)(図7)やバーベル(barbe)などの魚が見られた。オオバナウグイはオーストリアのドナウ川に生息する一般的な魚である。

その多くは遡上を好むコイ科の魚、シルバーブレーム(Güster)、ローチ(Rotaue), ヴィムバ(Rußnase)、アブラハヤ(Zobel)などである。また、春季の調査では、迂回水路で産卵するオオバナウグイ(Nase)(図7)やバーベル(barbe)などの魚が見られた。オオバナウグイはオーストリアのドナウ川に生息する一般的な魚である。

5. おわりに

現在のウィーン市の人口は約170万人であり、また数百万人の観光客が訪れている。このような大都市に大規模公共事業であるフロイデナウ発電所の建設が多くの市民の賛同を得て行われた。市民の支持を得られた背景として様々な要因があり、今後、その分析が必要であると思われるが、要因の一つに高い環境技術による魚道の設置が考えられる。本稿ではその魚道について、主にオーストリア発電・水力発電(株)(VERBUND-Austrian Hydro Power AG)の魚道に関する詳細な調査報告書²⁾をもとに紹介した。高い環境技術を持つヨーロッパの魚道、特に、オーストリア、ドイツ、スイスの事例は今後、調査される必要があると考えている。

(原稿受付 2010年4月26日)(原稿受理 2010年5月11日)

引用文献

- 1) 蔵治光一郎編・村上雅博：水をめぐるガバナンス，東信堂，pp.174-192，2008.
- 2) Schriftenreihe des Verbund：Fischaufstiegshilfe Donaukraftwerk Freudenua, Forschung im Verbund, Schriftenreihe Band 72, 2001.
- 3) ウィキペディア(ドイツ語版)・ウィーン港：http://de.wikipedia.org/wiki/Wiener_H%C3%A4fen#Monarchie.23Freudenauer_Hafen_.28Winterhafen.2C_Stromkilometer_1920.2C1.29
- 4) ウィーン情報マガジン(Web版)WIEN-konkret：<http://www.wien-konkret.at/politik/direkte-demokratie/volksbefragungen/>
- 5) (社)ドイツ水資源・農業土木協会(DVWK)原著・中村俊六監修・(財)リバーフロント整備センター翻訳・編集：多自然型魚道マニュアル，山海堂，1999

Water and Environmental Management in the Southern Africa Development Community (SADC) - The cases study of the Zambezi River Basin -

Zvikomborero MANYANGADZE*

*Principal Water Pollution Control and Ecology Officer, Ministry of Water Resources and Infrastructural Development

ABSTRACT

This paper explains the cooperative framework in the Southern Africa Development Community (SADC) region on trans-boundary water and environmental management. The current scenario in the region is that the majority of the river basins are shared between two or more countries. If the water resources of the region are not managed properly, water could prove to be a limiting factor for sustainable development and also a potential source of conflict. The SADC region is made up of fourteen countries at different levels of economic development and water is perceived as an engine for growth. Water in the region is, however, becoming scarce and vulnerable resulted from that competition for the available water is growing. Eight of the fourteen countries in the region share the Zambezi River Basin. The cooperative framework, which is based on Integrated Water Resources Management and the conceptual framework for shared watercourses in the Zambezi basin, is discussed in this paper.

Key words : SADC, Cooperative framework, Water and environmental management, Integrated Water Resources Management, Zambezi basin, Wetland.

1. INTRODUCTION

The Southern Africa Development Community (SADC) is made up of fourteen countries namely: Angola, Botswana, Democratic Republic of Congo, Lesotho, Madagascar, Malawi, Mauritius, Mozambique, Namibia, South Africa, Swaziland, Tanzania, Zambia and Zimbabwe (**Fig.1**). Water resources in parts of the region are scarce and unevenly distributed. Whereas the southern SADC members (South Africa, Namibia, Botswana, Swaziland, Lesotho and Zimbabwe) suffer in particular from water scarcity and depend to a large extent on water resources generated outside of their own territory, Angola, Zambia, Malawi and Mozambique, where humid climate predominates. Under these circumstances tensions and conflict over access to and use of trans-boundary watercourses are bound to arise (BICC Web page, 2007).

The sharing of water across national boundaries has over the years become one of the most critical foreign policy issues in the SADC region in which the countries share at least 15 large and small river basins, covering about 70 percent of the region (SARDC, 2000). **Table 1** shows the shared river basins within the SADC states and **Fig.2** shows the Inter-basin Water Transfers.

To achieve its goal of regional integration and poverty eradication the SADC established the Water Sector Coordinating Unit (SADCWSCU), which later on was transformed into the SADC Water Division. All the SADC Member States signed the SADC Protocol on Shared Watercourse Systems. The Regional Protocol on Shared Watercourse Systems of 1995 was the direct result of SADC's growing recognition of the importance of water resources for the region's development.

* P. Bag 7767 Causeway, Harare Zimbabwe



Source: SADC

Fig.1: Map showing the fourteen SADC Member States



- (1) To (North Africa) Chad, Libya and Egypt as water/electricity
- (2) To South Africa, Namibia, Botswana, Zambia and Zimbabwe as water/electricity
- (3) To Namibia (Cunene/Cuvelai Scheme)
- (4) To Caprivi/Namibia (Zambezi Scheme)
- (5) To Botswana and South Africa (Zambezi Scheme)
- (6) To Zimbabwe (Bulawayo Scheme)
- (7) To Zimbabwe (Fungwe Scheme)
- (8) To South Africa (Olifants Scheme)
- (9) To Van (South Africa) (Lesotho Highlands Development Scheme)

Source: Tumbare, 2004

Fig 2: Inter-basin Water Transfers

Table 1: Overview of basins shared by continental SADC member countries

Country	No. of basins	Basins shared with other SADC countries
Angola	5	Congo, Cunene, Cuvelai, Okavango, Zambezi
Botswana	4	Limpopo, Okavango, Orange, Zambezi
DR Congo	2	Congo, Nile
Lesotho	1	Orange
Malawi	1	Zambezi
Mozambique	9	Buzi, Incomati, Limpopo, Ruvuma, Save, Maputo, Pungue, Umbeluzi, Zambezi
Namibia	5	Cunene, Cuvelai, Okavango, Orange, Zambezi
South Africa	5	Incomati, Limpopo, Maputo, Orange, Umbeluzi
Swaziland	3	Incomati, Maputo, Umbeluzi
Tanzania	3	Congo, Ruvuma, Zambezi
Zambia	2	Zambezi, Congo
Zimbabwe	6	Buzi, Limpopo, Okavango, Pungue, Save, Zambezi

Source: Granit 2000. (based on Chenje and Johnson, 1996 and Pallet, 1997)

Key elements of the Protocol call for the member-states to:

- develop close cooperation for judicious and coordinated utilization of the resources of shared watercourse systems in the SADC region;
- co-ordinate environmentally sound development of shared watercourse systems in the SADC region in order to support socio-economic development;
- hold regional conventions on equitable utilization and management of the resources of shared watercourse systems in the SADC region;

- consolidate other agreements in the SADC region regarding the common utilization of certain watercourses; and
- promote the SADC integration process in accordance with Article 22 of the treaty establishing SADC.

The Protocol on Shared Watercourses is the first ever sector-specific legal instrument to be developed by SADC. This legal instrument creates the hierarchy framework for the management of the numerous shared basins in the region. It is important to note that the Protocol is based on:

- The Helsinki Rules on the use of international water for non-navigational purposes,
- Dublin principles, which were adopted at Rio de Janeiro (Agenda 21) in 1992.
- The provisions of Agenda 21 on environmentally sound management, sustainable development and equitable utilization of shared watercourse systems (Mutoti, 2001).

The Protocol which provides the legal and broad policy framework for cooperation on water issues in the region, aims at promoting and facilitating sustainable, equitable and reasonable utilization of the shared watercourses through the establishment of shared watercourse agreements and institutions; harmonization and monitoring of legislation and policies; research, technology development, information exchange, capacity building, and the application of appropriate technologies in shared watercourses management (SADC 2007).

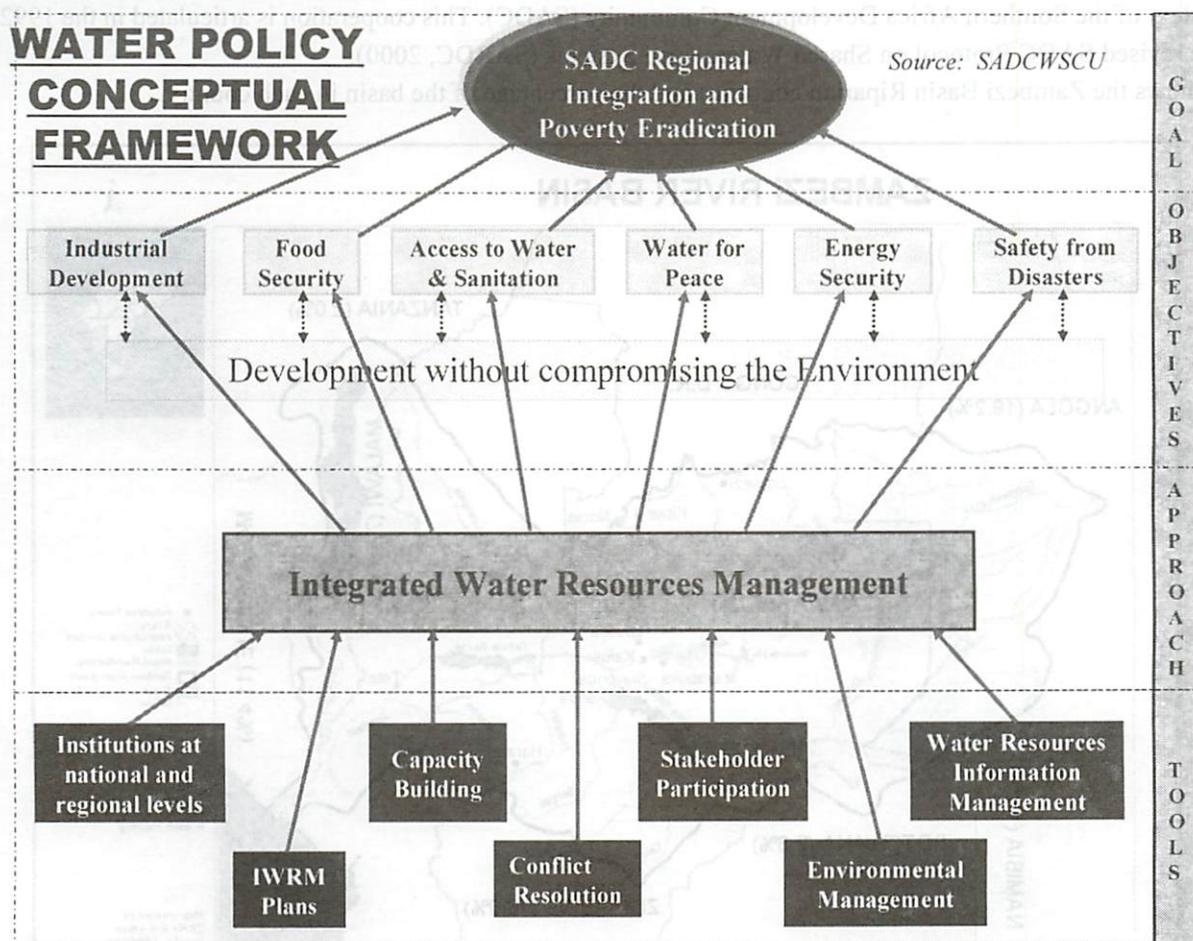


Fig.3 Water Policy Conceptual Framework

The conceptual water policy framework in the SADC shown below explains the importance of Integrated Water Resources Management as the core of economic development in the region.

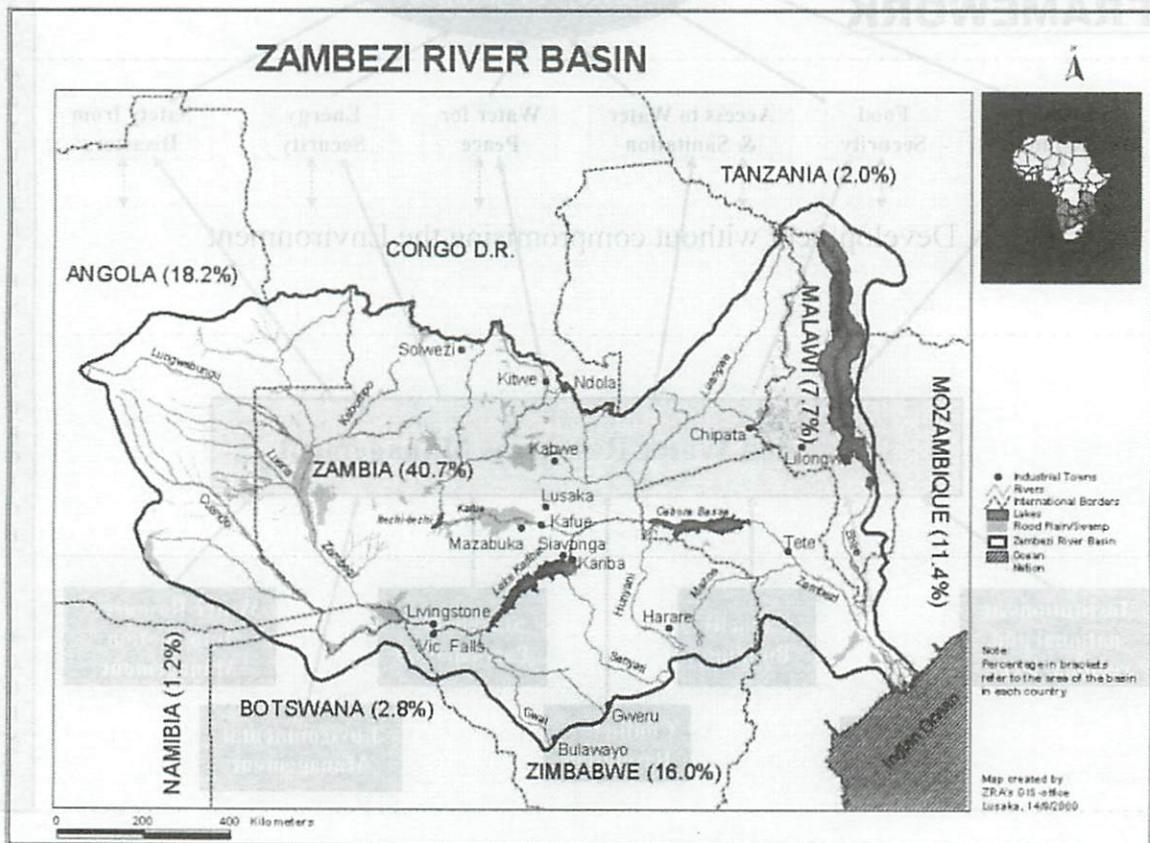
Integrated Water Resources Management's overriding principle is the adoption of a holistic approach to combine water resources management with ecosystem conservation needs, using the river basin as the base unit. This is a relevant approach to the developing countries of SADC region where economic development can override environmental concerns (Fig.3).

2. THE ZAMBEZI BASIN: AN OVERVIEW

The Zambezi River is the fourth largest river in Africa following after the Congo, the Nile, and the Niger and it is the largest river in Africa flowing into the Indian Ocean. It flows for 2,650 kilometers from the source in north-western Zambia and its catchment area covers 1,352,000 square kilometers. The annual rainfall for the whole river basin amounts to approximately 970 mm and the average annual potential evaporation is 1560mm. The climate is characterized as tropical-montane with three distinctive seasons: April to August cool and dry, September to October warm and dry and November to March warm and wet. The total population in the basin is estimated to be 38.4 million people, mainly concentrated in the states of Zambia, Zimbabwe and Malawi. The present density of the population is 18 people per square kilometer (Granit, 2000).

Of the fourteen SADC countries eight countries, Angola, Botswana, Malawi, Mozambique, Namibia, Tanzania, Zambia and Zimbabwe share the Zambezi River Basin. Cooperation among the eight Zambezi Basin states is largely defined in the context of the Southern Africa Development Community (SADC). This cooperation is articulated in the 1992 Treaty and the revised SADC Protocol on Shared Watercourse Systems (SARDC, 2000).

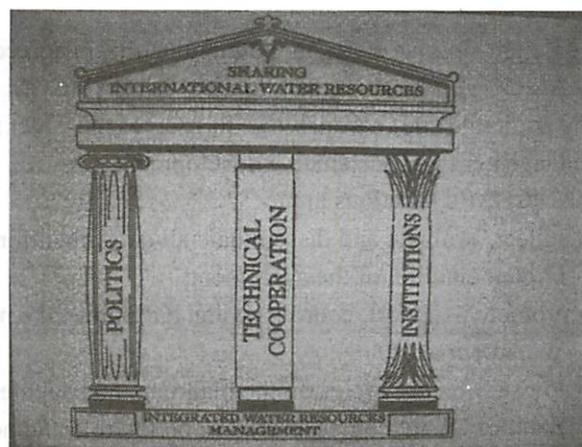
Fig.4 shows the Zambezi Basin Riparian countries and the percentage of the basin in each country.



(Source: SARDC, 2000)

Fig. 4: Map of the Zambezi Basin

The main thrust of the management of shared river basins is to find ways of turning potential conflicts into constructive cooperation, and to turn what is often perceived as a zero-sum predicament (into which one party's gain is another's loss) into a win-win proposition. (AWRD, 2006). This is the kind of thinking which is currently prevailing within the Zambezi basin. The current water and environmental management framework in the basin can best be explained by the metaphor of the classical temple suggested by Savenije and van der Zaag (2000, see Fig.5).



Source: Savenije and van der Zaag (2000)

Fig. 5: The Classical Temple of Sharing International Water Resources

The foundation for the sharing international rivers is the realization that the management of water resources should be done in a fully integrated fashion (IWRM). Upon this foundation, three pillars support the 'roof' of the temple: the sharing of International waters (Savenije and van der Zaag, 2000).

The central pillar is that of technical cooperation, which may also be called the operational pillar.

The two side pillars are:

- The political pillar, which is responsible for an enabling environment, and
- The institutional pillar, which is responsible for laws and institutions.

In the Zambezi basin all the three pillars are necessary in order to arrive at a balanced and equitable sharing of international waters, based on a concerted strategy towards the integrated management of shared river basins incorporating elements of demand and supply management, public participation, and regional integration.

The promotion of IWRM in the Zambezi basin is part of the SADC Water Division's Regional Strategic Action Plan on Integrated Water Resources Development and Management. The Zambezi River Action Plan (ZACPLAN) developed and implemented by the SADC-WD contains the major framework for region-wide activities. ZACPLAN contains nineteen major projects as shown in the short summary below and one of the projects Zambezi River Action Project number 6 Phase 2 (ZACPRO 6.2) aims at developing an integrated water resources management strategy for the Zambezi River Basin and the establishment of basin-wide collaboration (**Table 2**).

Table 2: Short summary of the individual projects in the ZACPLAN^[13]

- ZACPRO 1: Inventory of completed, ongoing and planned projects.
- ZACPRO 2: Development of regional legislation.
- ZACPRO 3/4: Development of human resources
- ZACPRO 5: Development of a basin-wide unified monitoring system related water quality.
- ZACPRO 6: Development of an integrated water management plan
- ZACPRO 7: Environmental education and public participation in ZACPLAN
- ZACPRO 8: Establish minimum water quality standards.
- ZACPRO 9: Methodologies for water resources management and apply on selected projects.
- ZACPRO 10: Develop and strengthen national capabilities for carrying out environmental impact assessments.
- ZACPRO 11: Promote increased support for environmentally sound management practices.
- ZACPRO 12: Management plan for major energy sources.
- ZACPRO 13: Adopt basin-wide environmentally sound watershed management guidelines.
- ZACPRO 14: Prevent and control water related diseases.
- ZACPRO 15: Limnological studies of major basin lakes.
- ZACPRO 16: Develop ecological control program against Tsetsefly and mosquitoes.
- ZACPRO 17: Study impacts of intern-basin water transfers.
- ZACPRO 18: Establish living resource conservation programs.
- ZACPRO 19: Research on aquatic plants and prevent spread of harmful flora.

The eight riparian states in the Zambezi Basin agreed to establish an institution, the Zambezi Watercourse Commission (ZAMCOM). The agreement to establish ZAMCOM was signed in mid-2004. The objective of ZAMCOM is to promote the equitable and reasonable utilization of the water resources of the Zambezi Watercourse as well as efficient management and sustainable development.

ZAMCOM's functions are to:

- collect, evaluate and disseminate all data and information on the Zambezi Watercourse as maybe necessary for the implementation of the agreement;
- promote , support, coordinate and harmonize the management and development of water resources of the Zambezi Watercourse;
- advise Member States on the planning, management, utilization, development, protection and conservation of the Zambezi Watercourse as well as on the role and position of the public with regard to such activities and the possible impact thereof on social and cultural heritage matters;
- advise Member States on measures necessary for the avoidance of disputes and assist in the resolution of conflicts among Member States with regard to the planning, management, utilization, development, protection and conservation of the Zambezi Watercourse;
- foster greater awareness among the inhabitants of the Zambezi Watercourse of the equitable and reasonable utilization and the efficient management and sustainable development of the resource of the Zambezi watercourse;
- cooperate with the institutions of SADC as well as other international and national organizations where necessary;
- promote and assist in the harmonization of national water policies and legislative measures; and
- carry out such functions and responsibilities as the member States assign from time to time.

The institutional environment therefore, includes the proposed basin wide organization for water resources management, the Zambezi watercourse Commission (ZAMCOM), the Project Steering Committee (PSC) and National Steering Committees (NSCs). The PSC, composed of representatives from each of the riparian countries, represents the regional ownership of the Project; while the NSCs, established in each riparian country, provide the communication line between the Project and the stakeholders in each riparian country, and provides a platform on which national consensus could be reached on water resources management issues.

3. WETLAND MANAGEMENT IN THE ZAMBEZI BASIN

Various definitions have been used for wetlands, however according to Breen 1991 (quoted by Timberlake, 1998) , wetlands are: “land where an excess of water is the dominant factor determining the nature of soil development and the types of animal and plant communities living at the soil surface. It spans a continuum of environments where terrestrial and aquatic systems integrate”. “Wetland Action” defines wetlands as ecosystems whose formation, processes and characteristics are determined by water. In these two definitions water is important for the sustenance of any given wetland.

The Zambezi River Basin, the largest basin entirely within the SADC region is abound with wetlands. The total quantity of water stored in wetlands is estimated at 100,000 million cubic metres. Apart from artificial wetlands, most of which have been formed by blocking gorges, valleys and streams for water abstraction and other developments. Natural wetland systems have formed along the main river and its tributaries, wherever the river stretch encounters depressions and wide valleys. Wetlands in the Zambezi Basin fall within five broad categories: artificial lakes, natural lakes, riverine and freshwater marshes, estuarine, and marine wetlands (CEP Fact Sheet). **Table 3** shows the different categories and examples of each in the Zambezi basin.

Table 3: Categories and examples of different wetlands in the Zambezi basin (adapted from CEP Fact Sheet).

Category	Examples in the Zambezi basin
Artificial Lakes	Itezhi-tezhi, Kafue, Kariba and Cahora Bassa
Natural Lakes	Lake Malawi/Nyasa/Niassa (as it is known respectively in Malawi, Tanzania and Mozambique)
Riverine and Freshwater marshes	Barotse plains and Kafue flats in Zambia, Eastern Caprivi in Namibia, the Chobe-Linyanti swamps in Botswana, Lukanga swamps in Zambia, and Elephant marshes in southern Malawi. Dombos which are common in Zambia and Zimbabwe also fall under this category of wetlands.
Estuarine	The Zambezi delta (The Marromeu complex in Mozambique), estuarine wetlands found along Lake Malawi and Lake Kariba.
Marine	Coastline of Mozambique, adjacent to the Zambezi delta

Wetlands are crucial resources and they provide important services such as (Water Action, CEP Fact Sheet):

- Regulating/ecosystem services
 - Water storage
 - Groundwater recharge and discharge
 - Flood control and river regulation
 - Water purification
 - Soil and sediment nutrient retention and distribution
- Provision/livelihood services and
 - Water supply – domestic and animals
 - Agriculture resources
 - Fisheries
 - Forage resources
 - Craft materials
 - Medicinal plants
- Cultural, traditional and religious services
 - Biodiversity (Aesthetic and tourism)
 - Cultural sites
- Climate change mitigation

Wetlands support large expanses of vegetation; as a result they contribute to alleviation of the adverse effects of climate change, mainly because vegetation uses carbon dioxide in its growth. Climate change is also expected to increase the magnitude of extreme weather patterns, both droughts and floods. Therefore, through the flow regulation and retention of water, wetlands will play a more crucial role in maintaining livelihoods of communities who are already vulnerable to extreme weather events.

Efforts to promote integrated management of wetlands in the basin have been supported by agencies such as SADC, through ZACPLAN, IUCN through the Wetlands Conservation and Sustainable Utilization project and the SADC Wetlands Conservation Project Phase II, in addition to WWF through initiatives in the Kafue flats promoting partnerships for sustainable use of wetland resources, and the International Crane Foundation through their research on migratory bird species and the effects of infrastructure development on wetlands(Figs.6, 7).

Most basin states have ratified the Ramsar Convention and as part of their obligations under the Convention they have designated specific wetlands as wetlands of international importance. The designation obliges the country to develop a wetland management plan for the designated area. Botswana, Malawi, Namibia, Tanzania and Zambia have ratified the Convention, but only Zambia has designated specific wetlands as Ramsar sites (Lochnivar and Blue lagoon on the Kafue flats, Lukanga swamps, Liuwa swamps, Luangwa floodplain, Busanga swamps). Mozambique is planning to accede to the Convention and intends to designate the Marromeu complex on the Zambezi delta as a Ramsar site. Countries have also established policies and institutions to promote wise-use of the resources (CEP Fact Sheet).

4. ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN THE ZAMBEZI BASIN

Historically, development projects in the basin were first and foremost undertaken within the national context rather than regional. However the adoption of the Helsinki Rules governing management of shared watercourses and the SADC Protocol on Shared Watercourses, increased understanding of environmental management systems and ecology has helped reshape thinking on how the Zambezi basin should be managed. The separate parts within national boundaries are now being seen as part of a whole, where the effective management of the whole is critical to the sustainability of the independent parts. The Zambezi Basin is now being seen as a whole ecosystem rather than the sum of its parts (SARDC, 2000).

Water pollution in the basin is one of the major environmental challenges being faced in the Zambezi basin. High rates of urbanization and industrial development, which are not matched with adequate waste water treatment facilities, are the major causes of pollution in the basin. Mining, illegal gold panning, storm water runoff, agricultural activities, leachate from landfills, industrial effluent and soil erosion are some of the sources of pollution in the basin. The use of dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT) as an agricultural pesticide and the control of Tsetse fly in the basin has contributed significantly in the pollution of Lake Kariba. Aquatic fauna in the lake and other animals within the basin have greatly been affected also as well.

The proliferation of aquatic weeds such as water hyacinth (*Eichhornia araspipes*), water lettuce (*Pistia stratiotes*) and water fern (*Salvinia molesta*) is becoming an environmental and public health problem in the basin. These aquatic weeds spread very fast in the basin due to high phosphorous and nitrogen loading in the water bodies due to various sources of pollution. The Zambezi River Authority is currently carrying out an environmental monitoring programme in Lake Kariba and the Zambezi river upstream of the lake.

The disappearance of wetlands due to human activities is one of the major challenges in the Zambezi basin. Some of the benefits and services provided by water resources and wetlands include but are not only limited to: energy, flow regulation, plant and animal products, conservation, tourism and recreation. Threats to the Zambezi Basin wetlands include reduced flows caused by droughts and water abstractions, aquatic weed infestation, pesticides especially dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT), infrastructure development such as dams (see Figs. 8,9,10), overexploitation of resources due to human pressure, uncontrolled fires, pollution and deforestation, among others (SARDC,2000).



Fig. 8: Cabora Basa Dam

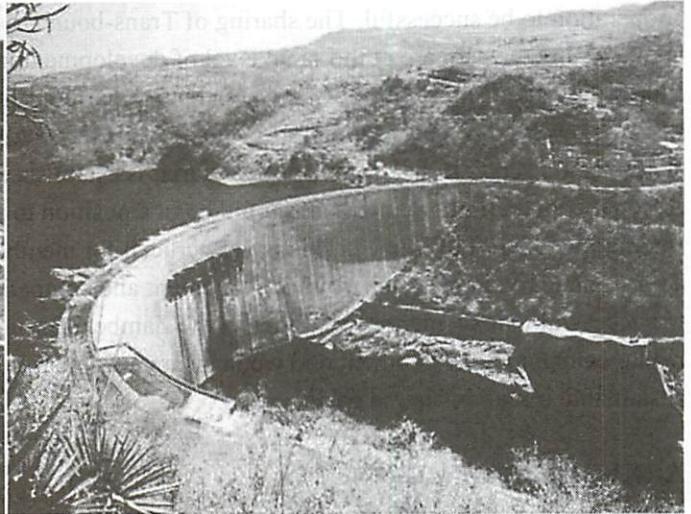
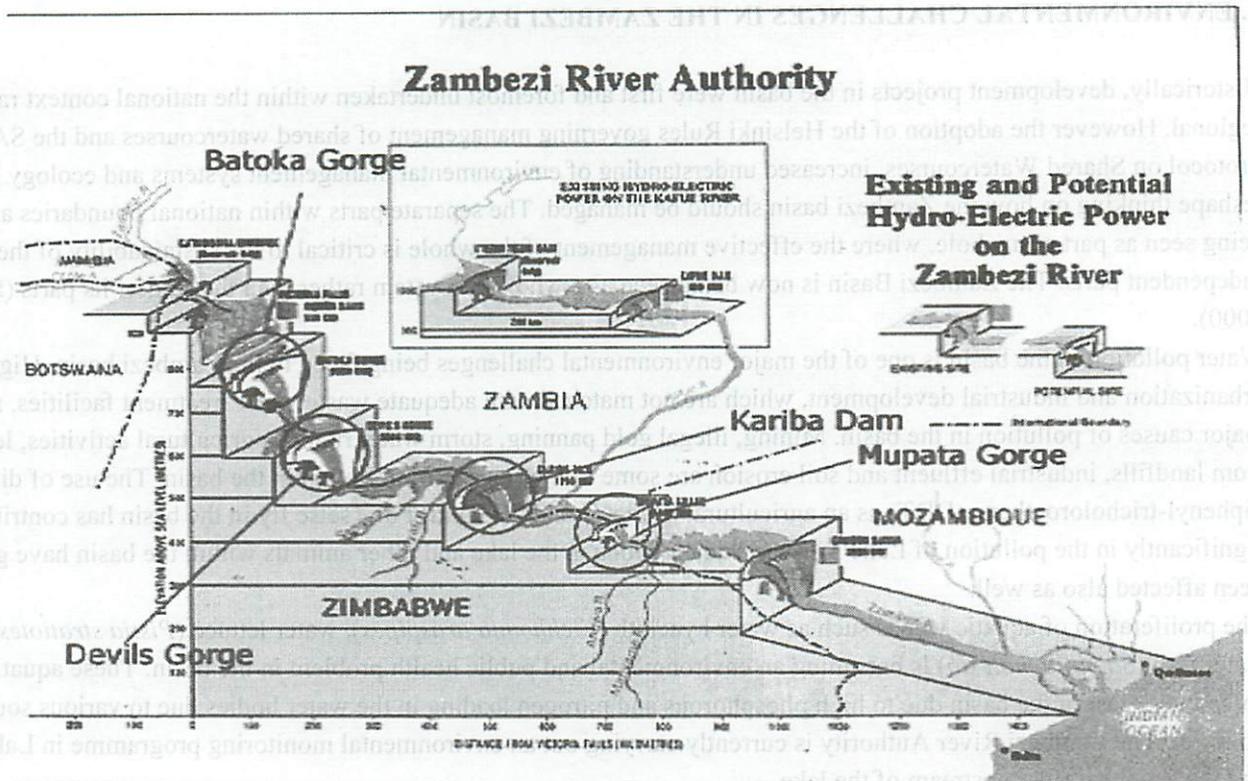


Fig. 9: Kariba Dam



Source: (Source: Zambezi River Authority: <http://www.zaraho.org.zm/>)

Fig. 10: Hydro Power Projects on the Common Zambezi River

5. CONCLUSIONS

The eight Zambezi river basin countries have gone a step further in strengthening their cooperation in trans-boundary water resources management and development; There is, however, still a lot to be done at national level for this cooperation to be successful. The sharing of Trans-boundary rivers is well articulated at the basin level. Not all the countries in the basin are at the same level of development in terms of water policies at national level as a result the function of ZamCom to promote and assist in the harmonization of national water policies and legislative measures cannot be fully achieved if there is no improvement in this respect. For there to be a noticeable achievement the basin member states should see to it that ZamCom Secretariat is established and is fully functional as soon as possible. SADC as a regional cooperation organization should be in a position to solve disputes between member states without resorting to the International Court of Justice. This is very crucial for member states for they will have confidence in the organization. Trans-boundary cooperation, joint management and compatible approaches between countries sharing wetlands is crucial to successful management of wetlands in the Zambezi Basin. Information sharing on issues pertaining to water resources management and development and wetlands management is also very critical for transparency, trust building and sustainable initiatives in the basin.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Professor Masahiro Murakami for his expert advice during the preparation of this paper and also JICA-Sapporo for affording me the opportunity to present this paper at the Kushiro International Conference.

NOTE: This paper reflects the views and perceptions of the author on the current water resources and environmental management in the Zambezi basin, and the author's views are not the views of the Department of Water Resources or SADC or any other organization or institution.

(原稿受付 2007年9月8日) (原稿受理 2010年1月10日)

REFERENCES

- 1) AWRD (2006) African Water Development report: <http://www.uneca.org/awch/AWRD>
- 2) BICC (2007). Trans-boundary Rivers and Crisis Prevention: Facilitating Peace and Development. Bonn International Centre for Convention, <http://www.bicc.de/water/rivers.php> 7/25/2007.
- 3) Breen, C.M. (1991). Are Intermittently flooded wetlands of arid environments important conservation sites? *Madoqua* 17(2): 61-65.
- 4) CEP Fact Sheet. Zambezi River Basin No 16 Wetlands. Sothern Africa Research and Documentation Centre (SARDC). <http://www.....>
- 5) Granit, J. (2000). Management of Shared Water Resources in Southern Africa and the Role of External Assistance Paper presented at the 1st WARFSA/WaterNet Symposium: Sustainable Use of Water Resources; Maputo, 1-2 November 2000.
- 6) Mutoti, G. (2001). 20 years of Development in Southern Africa: A Sectoral Review of Regional Integration in SADC, Southern Africa Research and Documentation Centre (SARDC). <http://www.sardc.net/editorial/Dev/dev3/Developments.html>. 8/2/2007
- 7) SADCWSCU. Sothern Africa Development Community Water Sector Coordinating Unit. <http://www.sadcwscu.org.ls/reports/report3.htm>. 7/31/2007
- 8) SARDC (2000). State of the Environment Zambezi Basin 2000 <http://www.sardc.net/imercsa/zambezi/zambezi2000/summary/>
- 9) Savenije, H. H. G. and van de Zaag, P. (2000). Conceptual Framework for the Management of Shared River Basins; With Special Reference to the SADC and EU. *Water Policy* 2 (2000) 9-45. Elsevier, Netherlands.
- 10) The Zambezi. Volume 6 No 1. <http://www.sardc.net/imercsa/zambezi/Zambezi/eng/view.asp?vol=16&pubno=v6n1> 7/25/2007
- 11) Timberlake, J. (1998). Biodiversity of the Zambezi Basin Wetlands: Review and Preliminary Assessment of Available Information. Phase 1 Final Report. Consultancy Report for IUCN, The World Conservation Union, Regional Office for Southern Africa (IUCN, ROSA), Harare, Zimbabwe
- 12) Tumbare, M. J. (2004). The Zambezi River: Its Threats and opportunities: 7TH River Symposium, 1-3 SEPTEMBER 2004, Brisbane, Australia. <http://www.....>
- 13) Vallotton, N. and Dayer, R. (2005) Science and politics of large dam projects. Case study- Kariba Dam
- 14) Wetland Action for Sustainable Livelihoods and Resource Systems. <http://www.wetlandaction.org> 7/30/2007
- 15) Zambezi River Authority: <http://www.zaraho.org.zm/>

<原著論文>

Assessment on Total Water Resources Management (TWRM) in Selangor, Malaysia with Emphasis on Rainwater Harvesting in the Basis of Lessons Learned from Tokyo's TWRM

Abdul Rahiman NAFISAH*, Jun MATSUSHITA* and Akihiro OKADA*

*Division of Regional Environment System, Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology, Fukasaku, Minuma-ku, Saitama-shi, 335-8857 Japan

Abstract

Selangor, the most developed state in Malaysia currently faces the possibility of water shortages mainly due to increase in water demand as a result of recent urbanization and population growth coupled with life-style change stimulating water consumption. Local government tends to have policy that supports increasing water supply capacity in response to thus rising demand. However, this requires huge funding for further water resources development and surely leads to opposition by environmentalists.

To overcome those problems, water conservation policy is needed to reduce water consumption. On such basis, this paper focuses on evaluation of Total Water Resources Management (TWRM) in Selangor in the wake of authors' previous study on the effects by 'Water Conservation Program' (WCP) introduced in Tokyo during post high economic growth period. Hereupon, WCP assumedly incorporates both supply and/or demand side measures. It contributes to reduction of per capita water consumption 81 l/p/d in gross-basis (19% reduction). Taking Tokyo's above-mentioned previous performance into consideration, the authors intend to extract appropriate water conservation measures for Selangor through evaluation on resisting/driving aspects for each relevant element. As a result, it is verified that Rainwater Harvesting (RWH) would be the highest priority element for this state. And it is clarified that RWH have the potentiality in water consumption reduction from demand-side control by up to 22 l/p/d (equivalent to as much as 6% reduction) through case study on Eastern Petaling Jaya region in Selangor.

Keywords: total water resources management (TWRM), water conservation program (WCP), rainwater harvesting (RWH), resisting/driving factor, potential analysis.

1. INTRODUCTION

1.1 Background of the Study

Selangor, the most developed state in Malaysia is facing with potential water shortage where the supply capacity barely meets demand periodically as shown in **Appendix**. In near future, the demand will surpass the capacity, unless necessary measures are taken to overcome the predicted shortage especially through water conservation. Based on the needs for workable water conservation programming, relevant best practices from another country could be essential.

In case of Tokyo, water demand increment during high economic growth period around 1960s has been successfully stabilized by the implementation of 'Water Conservation Program' (WCP) since 1973 by Tokyo Metropolitan Government (TMG) through various water conservation measures. In net-basis reduction, the amount of per capita water consumption reaches up to 160 l/p/d in 30 years, while there was 79 l/p/d of water consumption increment due to the change in family structure with life-style expansion and domestic urban migration structure combined. Those WCP consist of two measures from supply side control (leakage prevention and non-revenue water reduction) and demand side control (introduction of save-water type devices, wastewater recycling, rainwater harvesting and etc.). Each contributes 53% and 43% to water consumption decrease, respectively (Nafisah, 2010).

Thus, it is realized that Tokyo's WCP with appropriate assimilation to local socio-economic conditions might be

workable for effective water conservation in Selangor under further economic growth and due developments.

1.2 Objectives of the Study

This study aims to investigate, evaluate the framework on Total Water Resources Management (TWRM) in Selangor in order to identify the applicability of Tokyo's 'Water Conservation Program' (WCP). The assessment on the WCP should be conducted in the basis of resisting/driving factor analysis on each WCP-related element. Subsequently, further case study is to be added on potential analysis over the priority measure, namely rainwater harvesting, in the state.

1.3 Methodology

Fig. 1 (left) summarizes the flowchart of the study by stage. This study is mainly based on empirical analysis performed after collecting relevant data by literature reviews, hearing surveys and field surveys. Whereas, to identify the buildings and areas possibly appropriate for RWH installation, the urban/socio-economic characteristics of Sumida-ku and Eastern Petaling Jaya (case study district) were analyzed and categorized accordingly.

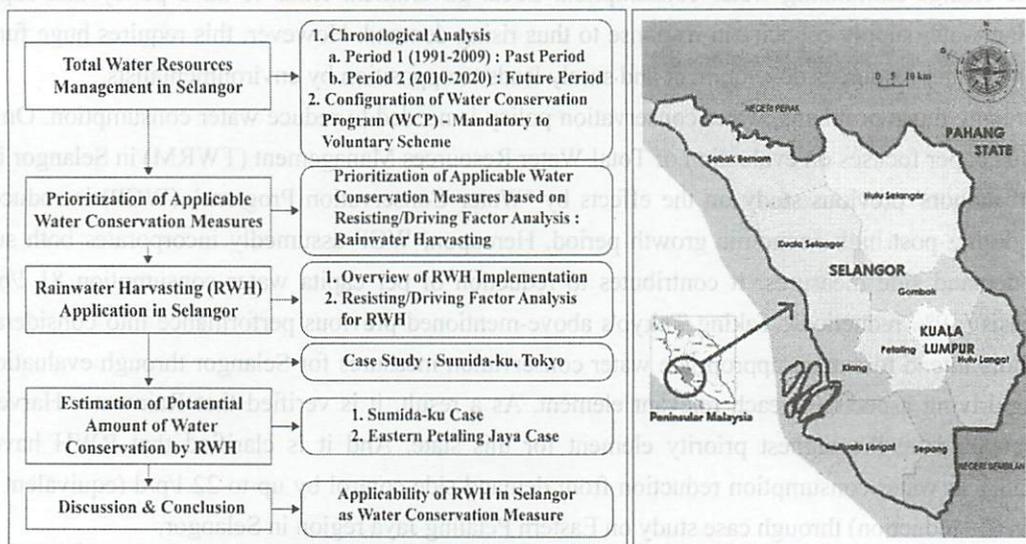


Fig. 1 Left: Methodology framework flowchart

Right: Location of the study area—Selangor State in Malaysia.

(*Note: At present, inter-state water transfer project is under construction from Pahang State to Selangor State).

2. TOTAL WATER RESOURCES MANAGEMENT (TWRM) IN SELANGOR

2.2 Overview of Selangor

Selangor, with area of 7,956 km² has population over 6 million. The population density is app. 630 people/km². The average rainfall is 2,500 mm/year. Water resources in Selangor became very tight due to recent increment in water demand and the decrement in internal water resources capacity. In 2005, Syarikat Bekalan Air Selangor (SYABAS), a private organization took over the operation and runs the privatized Selangor water supply to date. Fig. 1 (right) shows the location of Selangor State.

Period 1 (1991 to 2009) — Past Period

In this period, Selangor faced rapid urbanization due to significant economic and population growth. The state is one of the fastest growing region in Malaysia with Gross Regional Product (GRP) growth rate exceeding 6.4% per annum from RM (Ringgit Malaysia) 6.9 thousand/capita in 1991 to RM12.2 thousand/capita in 2005. Population growth is also rapid, app. 45% of population increment in 19 years from 3.7 million people in 1991 to 6.7 million people in 2009 resulting in ever increasing water demand similar to the one in Tokyo during rapid economic growth period in 1950s-60s.

On the other hand, local per capita water consumption in this period shows notable increase from 249 l/p/d in 1991 to 402 l/p/d in 2009. For water resources development, Sungai Selangor Scheme, completed in 2005, was the final internal

water resources development. In 1998, due to severe drought, the state faced with water shortage and continuous water rationing. From the National Water Resources Study (NWRS) conducted in 2000 by Economic Planning Unit, further water shortage is forecasted in near future. To overcome such problems and to meet future water demand, inter-state water transfer project from adjacent Pahang State is currently under construction and expected to be completed in 2014.

Period 2 (2010 to 2020) – Future Period

According to the forecast on current trends, the population of Selangor will steadily increase about 4.5% from 6.7 million people in 2010 to around 7 million people in 2020. In term of economy, the GRP of Selangor is also projected to continue growing at a high rate i.e. over 6% per annum. For TWRM, based on the NWRS report, by 2020, the water demand is predicted to increase from 417 l/p/d in 2010 to 508 l/p/d in 2020. In term of water resources, if the planned Pahang-Selangor water transfer project can be completed on time, additional water supply up to 2025 can be met. Yet, considering the recent political turbulence on the execution of the project between the state government (the opposition party) and the federal government (the ruling party) into consideration, crucial delays are expected. Hence, Selangor is facing again with the severe water shortage possibly starting from as early as 2012 (The Star News, 21th July 2010).

3. ASSESSMENT OF TWRM SYSTEM IN SELANGOR

3.1 Configuration of ‘Water Conservation Program’ (WCP) from Mandatory to Voluntary Scheme

From the strategic approach, it is assumed the speed of realizing those WCP elements to Selangor depends highly on resisting/driving factors in the society and/or market. Accordingly, each element was categorized into several ‘dividing line’ corresponding to the implementation levels and/or stages.

Thus, as for supply side control measures, the applicability is to be dependent solely on the decision by water supply body through cost/benefit analysis over presumed non-revenue water (NRW) reduction program. Currently, the suspension of capital expenditure for NRW reduction projects due the restructuring of water sector is resulted in pending of NRW reduction programming. And as for demand side control measures, the dividing line is basically in accordance with socio-economic condition ranging from voluntary and intermediary scheme to mandatory scheme.

Mandatory Scheme

Boosting-up of cumulative water charging system and save-water type (SWT) devices are classified as mandatory scheme in Selangor, since compulsory actions are needed under stronger governance to raise water tariff and to regulate makers’ operations. It is assumed the resisting factors are imposing bigger obstacles and usually it would take longer period for actual realization. For instance, the negotiation to raise water tariff between the Selangor government and the national government from 2008 is still ongoing due to political disputes. The new Selangor government from the opposition party is against tariff increment.

The driving factor for promoting SWT devices is the regulation introduced since 2002 which imposes stipulation on the manufactures to produce only SWT devices. However, there are not so big resisting factors, since such operation seems to be coincidence with the business strategy of the makers. On contrast, wastewater recycling (WWR) can also be considered as mandatory scheme and presumably regulation will be needed to make it promoted. However, WWR practice is very scarce as it is against Malaysian social culture and too costly for ordinary people in Selangor.

Intermediary Scheme

Rainwater harvesting (RWH) can be weighed as intermediary scheme in Selangor, since some of the relevant stakeholders comprising of developers and building-owners tend to volunteer for RWH installation to realize water conservation. Buildings with RWH installation will be rated by ‘Green Building Index Malaysia’ for the award of green building which works as one of the driving factors toward RWH promotion. And additional driving factors include the announcement by government to propose mandatory RWH installation for large buildings such as factories and the promotion of RWH under National Water Conservation Campaign launched in 2006.

However, the support by subsidy system, such as the one practiced in Sumida-ku, would be desired, as RWH are rather

higher than ordinary water supply in terms of installation/running cost. Furthermore, the utilization of simplified low-cost equipments for RWH installation agitates its promotion in the market. Therefore, the resisting factors in this intermediary scheme pose relatively smaller burdens if compared to measures under above-mentioned mandatory scheme. Realization of water conservation by RWH seems to be more successful under condition that the driving factors could be enhanced through intensifying the regulations and subsidiary schemes combined.

Voluntary Scheme

Enhancement of people’s awareness is classified as voluntary scheme, since it could offer win-win relation among relevant stakeholders comprising of citizens and the water supply body to realize water conservation. Resisting factors in voluntary scheme appear to be comparatively smaller, although the delays in government fund disbursement which disturbed the proper execution of public relation activities so far in Selangor. Whereas, the driving factors in voluntary scheme are normally to provide benefits for the citizens resulting in ease of realization.

3.2 Prioritization of Applicable Water Conservation Measures

Some of the measures under WCP had already been implemented at early stage in Selangor. In term of applicability of WCP on the balance between resisting/driving factors, the first priority should be the supply side control measure for NRW reduction, only if cost/benefit analysis proves to be practical and beneficial. It is relatively easy to push through, since the decision by the water supply body is the sole basis. However, it is presumably difficult to be executed in near future due to above-mentioned recent political controversies in Selangor.

For the applicability of the mandatory scheme in the state, SWT devices promotion has successfully been implemented. The government easily manages to make it mandatory, since there were no opposition from the makers assumedly due to win-win relation. For WWR and cumulative charging system, much stronger governance is essential to introduce the regulation and to overcome the political controversies to raise tariff. At present, the weak governance and continuous political conflict are preventing promotion of such mandatory schemes.

On the contrary, the voluntary scheme is thought to be much easier in execution, since the resisting factors usually have simple solutions and the driving factors provide benefits, usually leading to win-win relation for all the stakeholders. Following the voluntary scheme, the intermediary scheme is assumed to be not so burdensome. In case of Selangor, the enhancement of people’s awareness through public relation should be continued in the future stage. The execution is relatively easier and thus further stronger emphasis is not necessary.

In such context, RWH was identified as one of the priority WCP elements toward future implementation, when taken into consideration rather stronger potentiality to enhance the driving factors and overcoming the resisting factors.

4. RAINWATER HARVESTING (RWH) APPLICATION

4.1 Overview of RWH Implementation in Sumida-ku, Tokyo

RWH is embraced in Tokyo’s Master Plan for Water Cycle established in 1999. At present, the practice is mainly popular only at Sumida-ku, one of the twenty three wards in Tokyo, where local government and NPOs manage to create rainwater harvesting culture among the citizen. Sumida-ku is renowned as ‘Amamizu



Fig. 2 Rainwater utilization in Sumida-ku.

Left: Small-scale RWH tank

Center: RWH for large-scale Sumida-ku Office building (rooftop as catchment area)

Right: Communal RWH known as ‘Rojison’

City (Rainwater City) due to the widespread RWH implementation ward-wide so far.

In Sumida-ku, RWH was introduced as early as in 1982 during the construction of Sumo Arena in Ryogoku district. Ever since, it serves as a model for increasing numbers of RWH practice. The first RWH model for public building was installed in the Children's Center building in 1983. In 1988, the first communal RWH system known as 'Rojison' was installed in Mukoujima district as a symbol for communal RWH practice. To support RWH promotion in Japan, Japan Development Bank instigates policy betterment with low interest on loans for RWH facilities in 1986, followed by Housing Loan Corporation with the same policy in 1989. Furumai and Okui (2010) reported that the installation of the RWH facilities (1,151 units) is more progressed than the reclamation ones (690 units) in Tokyo. If counted for Sumida-ku alone, 185 units of RWH systems have been installed to date.

From the hearing surveys with Sumida City Hall officers, it was informed the key contributors to its successful implementation of RWH are (1) the promotion of subsidy coupled with introduction of the registration system, (2) the establishment of intermediary system and (3) the continuous strong community involvement.

The subsidies commencing from 1995 are given in relation to the RWH tank size. For small-size tank (less than 1 m^3), 50% of the tank cost or maximum amount up to ¥40,000 were subsidized. For medium-size tank ($>1 \text{ m}^3$ to $<5 \text{ m}^3$), the maximum subsidy amount is ¥300,000, while for large-size tank or underground tank (more than 5 m^3), the maximum subsidy amount is ¥1 million.

At present, to accept subsidy for installing RWH tank, the building owner must register with the local authority. Thus, database for the RWH management has been recorded and well-organized. Establishment of intermediary scheme refers to the practice of semi-mandatory system. Such system stands for (1) voluntary practice of small-scale, medium-scale and large-scale RWH due to promotion of the subsidy and (2) mandatory practice of larger-scale RWH, for new building (floor areas $>10,000 \text{ m}^2$) starting from 2003 onwards regulated by Sumida City Office. Thus, those intermediary schemes led to increasing number of RWH installation in the ward and expansion into other wards in Tokyo.

Furthermore, RWH practices in Sumida-ku have been supported by the strong community involvement. Among the contributions of the citizen in the ward are the willingness to install RWH in their buildings and the participation in RWH NPO group known as People for Rainwater (PR), the organization of international rainwater conference in 1994, involvement in activities organized for RWH promotion in rainwater museum, rain library, children's awareness program, and etc. To recognize the great efforts by citizens in Sumida-ku, the city's RWH projects were nominated as the best practice in the G8 Environmental Futures Forum 2000.

4.2 Overview of RWH Implementation in Selangor

The Guidelines for RWH was introduced in 1999 after the drought incident in 1998, to reduce dependence on ordinary water supply and to provide alternative water supply by RWH. To date, only few government buildings practice model RWH system such as Department of Drainage & Irrigation (DID) building and National Hydraulic Research Institute of Malaysia (NAHRIM) Complex. There are few new housing developments with individual small-scale RWH system. NAHRIM had started three main pilot projects that involve government building, a mosque and a residential house. Some other large-scale RWH projects are such as in 1-Utama shopping complex in Bandar Utama, National Zoo, Seri Aman Secondary School and Flextronic factory building in Shah Alam. In addition, The National Urbanization Policy aims at promoting RWH as its long-term plan for official buildings and public schools.

However, there are no well-prepared subsidiary



Fig. 3 Rainwater utilization in Selangor.

Left: Small-scale individual RWH tank in terrace houses in Kota Damansara
Center: Medium-scale RWH tank in an apartment in Kota Damansara
Right: Large-scale underground RWH tank in a mosque in Ampang

schemes for RWH promotion in Selangor. As 55% of total domestic water consumption are for non-portable one including toilet flushing and laundry (Baharuddin, 2007), such usage could be substituted by RWH.

At present, there are two manners of RWH practice in Selangor. (1) RWH implemented voluntarily by the environmentalist, some government-related bodies or people who are conscious on the benefit of RWH with high willingness to execute/maintain proper RWH system. One example of those is RWH at a mosque in Ampang with saving up to 34% of public water supply annually (Shaaban, 2007). And (2) RWH practiced by developers, which are executed in line with instructions given by the project owners.

Nevertheless, RWH facilities without proper maintenance caused troubles lastly for the end-users. The authors' observation revealed the RWH facilities are tend to be abandoned by the users such as in the Kota Damansara housing project. Consequently, it could conclude that RWH practices in Selangor are still under pilot study stage and further scrutinizing is needed.

4.3 Resisting/Driving Factor Analysis for RWH in Selangor

Table 1 highlights the resisting and driving factors pertinent to RWH execution in Selangor in accordance with the stipulated categories. The main resisting factors for RWH implementation are the opposition by developers and their association due to cost implication on the building projects. It is sure the higher RWH equipment cost is the result of unavailability of current local products. Furthermore, there is lack of governmental support especially in term of financial incentives such as subsidiary schemes to promote appropriate RWH installation in the basis of public awareness program provided for ordinary people.

In such context, current driving factors are mainly based on efforts by the authority to prepare guidelines and/or guidebooks for standardized low-cost RWH installation. Additional driving factors cover the continuous encouragements by the government to induce voluntary RWH installation and strong willingness to make RWH mandatory for large-scale building in the governmental sectors.

Table 1 Resisting/driving factor analysis for RWH implementation in Selangor.

Category	◆Resisting factors / ◇Driving factors
General Aspects	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Slow progress of RWH implementation. Principally urged only when there is water-related problem e.g. drought. ◇ Severe 1998-drought incident in Selangor which leads to continuous water rationing triggers RWH initiation.
Institutional Aspects	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Opposition from the developers and the Real Estate & Housing Developers' Association (REHDA) due to higher initial cost for RWH installation. Thus, the proposal by the Ministry of Housing & Local Government (MHLG) for regulating RWH by making amendments to Uniform Building By-Law is currently pending. ◇ Announcement by the government to make RWH mandatory for large buildings in 2003, although not materialized. ◇ Encouragement of RWH utilization as a resolution of National Water Resources Council in 2007. ◇ Commencement of 'Green Building Index Malaysia' since 2009 which promote RWH.
Technological Aspects	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Unavailability of local RWH equipment. Currently, the equipments are imported from Germany, Australia etc. ◆ Lack of professionals to design the RWH system. ◆ Difficulties in maintenance including mosquito breeding problem due to poor RWH system design. ◆ Limited usage. So far, for non-potable only. ◇ The publishing of 1999 'Guidelines for Installing a Rainwater Collection and Utilization System' by MHLG ◇ The publishing of 'Rainwater Harvesting Guidebook (Planning & Design)' by Department of Irrigation & Drainage (DID)
Economical Aspects	<ul style="list-style-type: none"> ◆ No subsidy, tax rebate or other financial incentives provided for RWH especially for private buildings. ◇ RWH promotion through allocation of fund by DID for RWH system in public buildings, although limited. ◇ Incorporation of RWH facilities into housing scheme development as a selling point for house buyers by some prominent developers.
Social Aspects	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Low level of government's support in term of promotion etc. ◇ The promotion of RWH under 'National Water Conservation Campaign' (2006-2008) by Ministry of Technology, Water & Communication even though the emphasis on RWH s very limited.

4.4 Lessons learned from RWH practice in Sumida-ku, Tokyo

Upon consideration to overcoming of the resisting factors and enhancing of the driving factors in Selangor, useful lessons from Sumida-ku seems to be long-run stepwise approach to integrate public-private-partnership with continuous efforts among all relevant stakeholders.

Whereas, the stepwise approach practiced in Tokyo is as follows: (1) joint efforts by the local government and NPOs to

create RWH culture such as conception of communal RWH known as ‘Rojison’ among people to speed-up RWH practice, (2) encouragement of voluntary RWH installation by providing subsidy coupled with registration system for RWH management, (3) continuous improvement on RWH guidelines with perspectives over the latest movement by Architectural Institute of Japan to establish industrial standard for RWH installation, (4) continuous efforts by the local makers to manufacture low-cost RWH technology such as simplified first-flush-diverter, low-maintenance RWH tank and small-scale RWH package system, (5) persuasive negotiations with the developers to cope with their oppositions to establish RWH installation for large-scale buildings with floor area more than 10,000m², (6) numerous promotions to enhance RWH practice such as establishment of rainwater museum, rain library, children’s awareness program, NPO group known as People for Rainwater (PR) and etc.

Therefore, Selangor needs to strengthen such stepwise approach mentioned-above. In particular, educating ordinary citizens should be in the highest priority for groundwork toward appropriate RWH practices in the state.

5. ESTIMATION ON POTENTIAL AMOUNT OF WATER CONSERVATION BY RWH

5.1 Potential Analysis of RWH: Sumida-ku Case

The average water conservation rate by RWH is estimated merely at 0.03l/p/d for overall Tokyo or equivalent to 0.04% of total water consumption amount standing at 347 l/p/d (Nafisah, 2010). However, the actual water conservation rate by RWH stands at 1.51l/p/d, if evaluated for Sumida-ku only based on its previous achievements. Furthermore, the RWH potential analysis reveals that 7.19 l/p/d of water conservation (equivalent to app. 9.8% of reduction) could be expected. Such potentiality is realized by RWH future utilization in large-scale redevelopment projects, qualified medium-scale building and projected communal RWH system called “Rojison” in Sumida-ku as shown in Fig. 4.

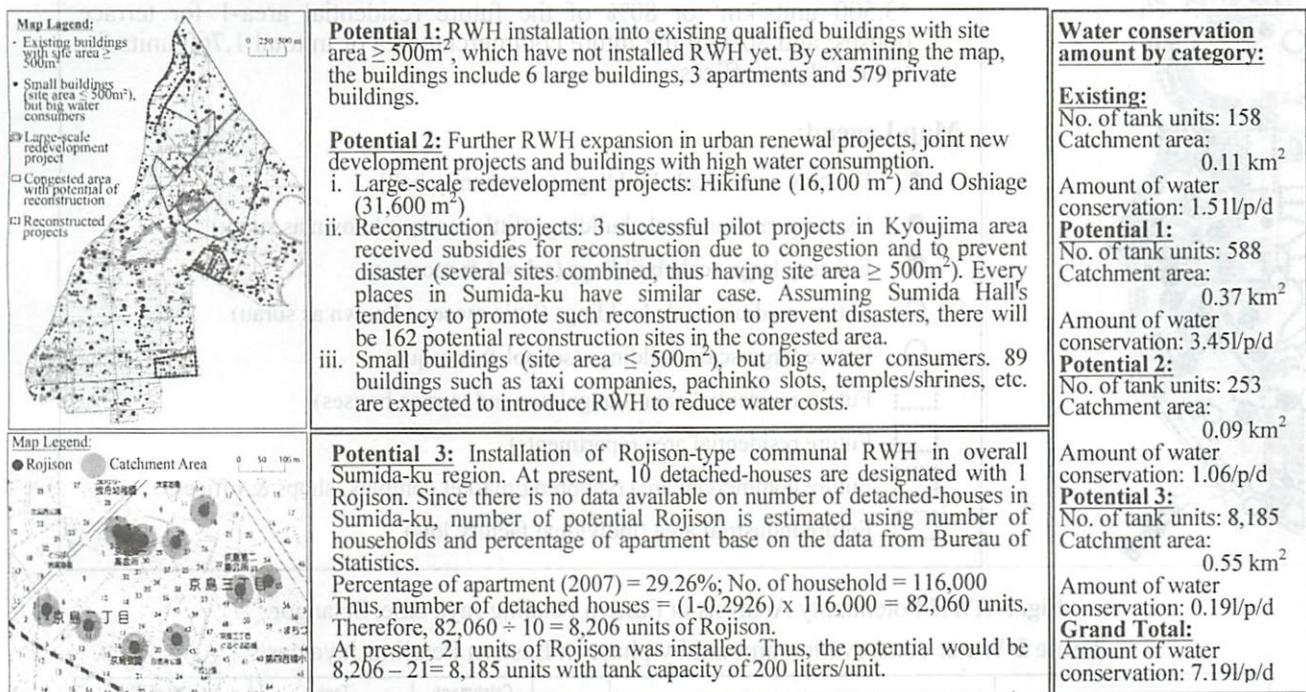


Fig. 4 RWH 3-stage potential analysis in Sumida-ku (Arranged based on analysis by Suenobu (2009))

5.2 Potential Analysis of RWH in Selangor: Eastern Petaling Jaya Case

To analyze the potentiality of RWH in Selangor, Eastern Petaling Jaya block addressed as BPK 2.2 (Small Planning Block) was chosen from Petaling Jaya District. By referring to local plan provided by the Department of Town & Country Planning of Selangor (MBPJ), it was clarified there are lots of new developments planned in the future.

This block has population around 110,000 people and a total area of around 15.60 km³. Petaling Jaya City Council has been encouraging RWH installation including small-scale one in Kota Damansara Housing Development (189 units) developed by Selangor State Development Corporation (PKNS). There are also medium-scale RWH in an apartment in

Section 6, Kota Damansara and a large-scale RWH in One-Utama Shopping Complex. Moreover, it was reported Petaling Jaya City Council has already started advising developers to incorporate RWH facilities into their proposed buildings, nevertheless, without any fruitful result so far (The Malay Mail, 25th Jan 2010).

The RWH potential analysis clarifies app. 21.9 l/p/d of water conservation could be estimated in the area. As shown in Fig. 5, the potentiality analysis is divided into two phases, namely (1) potential-1 in the preparatory phase for pilot projects and (2) potential-2 in future executing phase for implementations for both newly-constructed/existing buildings.

Table 2 summarizes the potentiality in water conservation amount by RWH installation in this case study area.

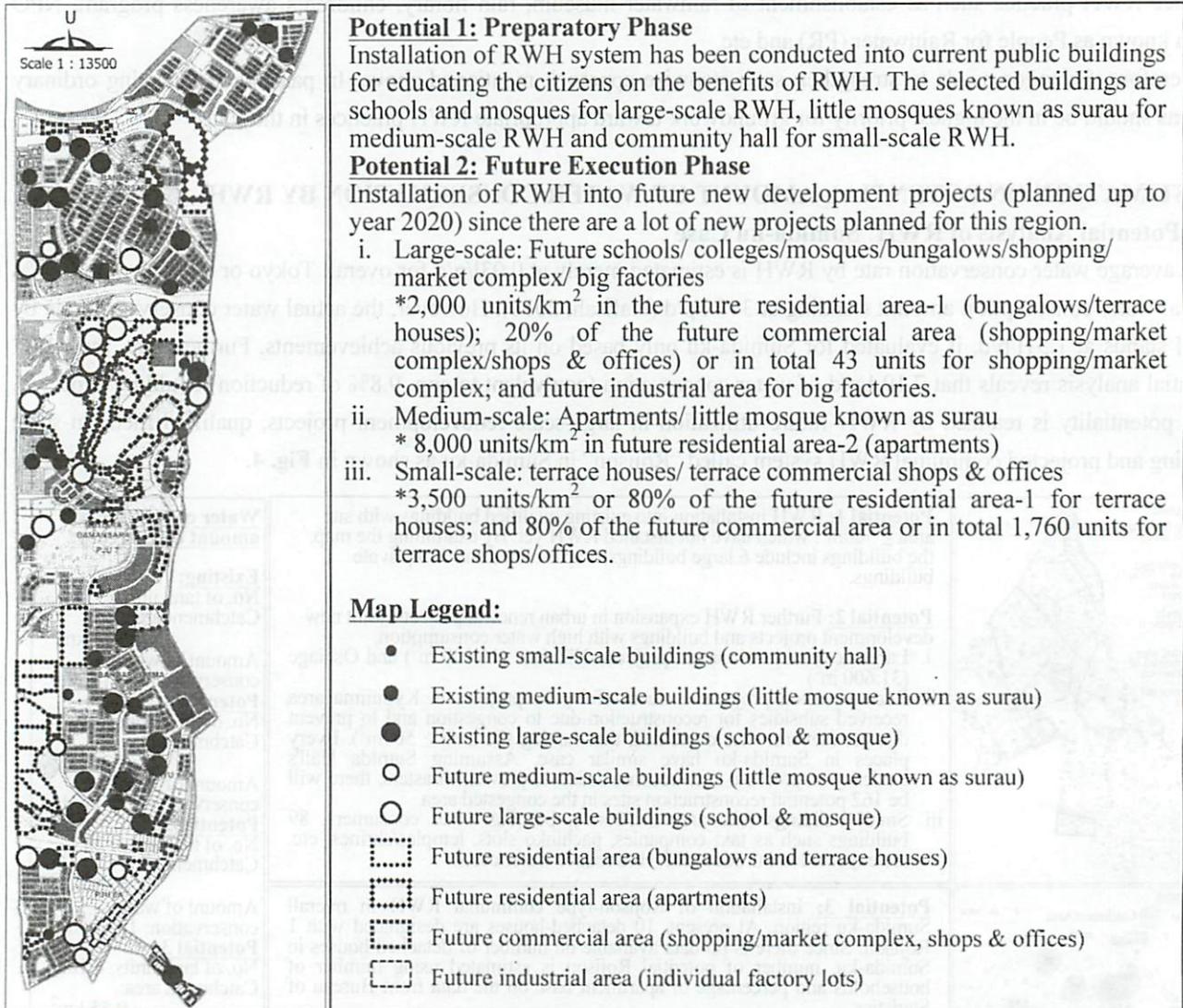


Fig. 5 RWH Potentiality Analysis in Eastern Petaling Jaya case, Selangor.

Table 2 Water conservation amount by phase in Eastern Petaling Jaya case

Category	Type	Unit	Catchment Area (m ²)	Tank Capacity (m ³)	Amount of Water Conservation (l/p/d)
Potential 1 - Preparatory Phase Pilot RWH Model in Community Buildings (for Educating People)	Large Scale-Existing School/College/ Mosque (Masjid)	23	186,200	18,620	4.64
	Medium Scale - Existing Mosque (Surau)	15	30,340	150	0.04
	Small Scale - Existing Community Hall	4	4,800	8	0.01
	Total	42	221,300	18,770	4.69
Potential 2 - Execution Phase (Introduce RWH to Future Development Projects)	Large Scale - School/College/ Mosque (Masjid)/ Bungalows/Shopping Complex/Big Factories	808	541,700	54,170	13.49
	Medium Scale - Mosque (Surau) / Apartments	128	994,100	1,280	0.32
	Small Scale - Terrace houses/shops/offices	6,779	422,300	13,560	3.38
	Total	7,715	1,958,000	69,010	17.19
GRAND TOTAL		7,757	2,179,000	87,780	21.88

6. DISCUSSION

From the analysis of resisting/driving factors on each 'Water Conservation Program' (WCP) element, RWH is identified as the applicable measure for Selangor to be scrutinized further. The potential water conservation amount by RWH in Eastern Petaling Jaya case is estimated considerably high at 21.9 l/p/d, or equivalent to 6% of daily per capita water consumption, as described in sub-heading 2.2. On the other hand, based on analysis of RWH potential for the case of Sumida-ku in Tokyo, the water conservation amount stands at 7.19 l/p/d, or equivalent to 2% of per capita water consumption, as described in sub-heading 5.1.

It is assumed two basic conditions should apply to explain the difference in water conservation potential amount by RWH in those two areas as follows:

6-1 Natural Condition

To calculate the tank capacity, the rainfall intensity is taken into account. There is substantial difference in average rainfall amount per year for the two regions. The average annual rainfall is 1,500mm and 2,400mm in Sumida-ku and Selangor respectively. Thus, the capacity of the tank possibly is bigger in Selangor compared to Sumida-ku. In addition, Selangor received average rainfall of 200mm monthly. The minimum rainfall in Selangor occurs during June-July and around February. Even in the supposedly drier months, the monthly rainfall is still about 100mm compared to a wetter month with average rainfall of 275mm. By comparison, Tokyo in a wet month (October) has an average rainfall of 220mm. While, in a dry month (January), Tokyo would only receive 48mm of rainfall. Thus, in Selangor, there is no any month during which probability of vacancy in the tank is expected for long.

6-2 Social Condition

In term of development, some 80% of the area is occupied by independent houses in case of Sumida-ku. Therefore, the sites are generally so small for full urban renewal that the potential RWH installation is comparatively lesser. Likewise, in Eastern Petaling Jaya, the site for housing and other building development is larger and suitable for new development. Therefore, significant numbers of RWH installation is expected in the long run.

On the contrast, the foundation for RWH is firmly organized in Sumida-ku in the basis of well-developed subsidiary system coupled by registration system. In addition, RWH promotion activities such as the establishment of RWH museum have been very workable as well as the availability of low-cost technology.

Considering the huge RWH potential in Petaling Jaya, Selangor, strong actions including establishment of intermediary schemes and supportive system for advanced communal involvements are essential in the future stage.

CONCLUSION

In this study, the followings are clarified:

1. Selangor is facing with potential water shortage against which inter-state water transfer project is under way. Water conservation measures are to be essential to overcome the predicted water shortage under further economic growth.
2. 'Water Conservation Program' (WCP) in Tokyo, introduced in 1970s, might be applicable to Selangor, since socio-economic conditions in both regions are somehow similar. Regarding the applicability of Tokyo's WCP to Selangor, RWH is identified as the most adaptable measure through the resisting/driving factor analysis.
3. Water conservation amount per-capita basis expected by RWH stands at 22 l/p/d or considerably high as 6% of daily water consumption in the most urbanized Eastern Petaling Jaya case in Selangor. Thus, it is recognizable RWH promotion should be in the highest priority for the state.
4. Upon such findings, it is discussed what Selangor can learn from Tokyo's experience to expedite the RWH program for establishing effective water conservation measures in the future. The discussion leads to the necessity of practicing the subsidy system and enhancing RWH promotion activities among relevant stakeholders.
5. In addition, detailed study on future RWH application and/or assimilation to the local conditions is needed as a future task in terms of adequacy in policy, planning, design, installation, operation and maintenance in the next phase of this study.

ACKNOWLEDGEMENT

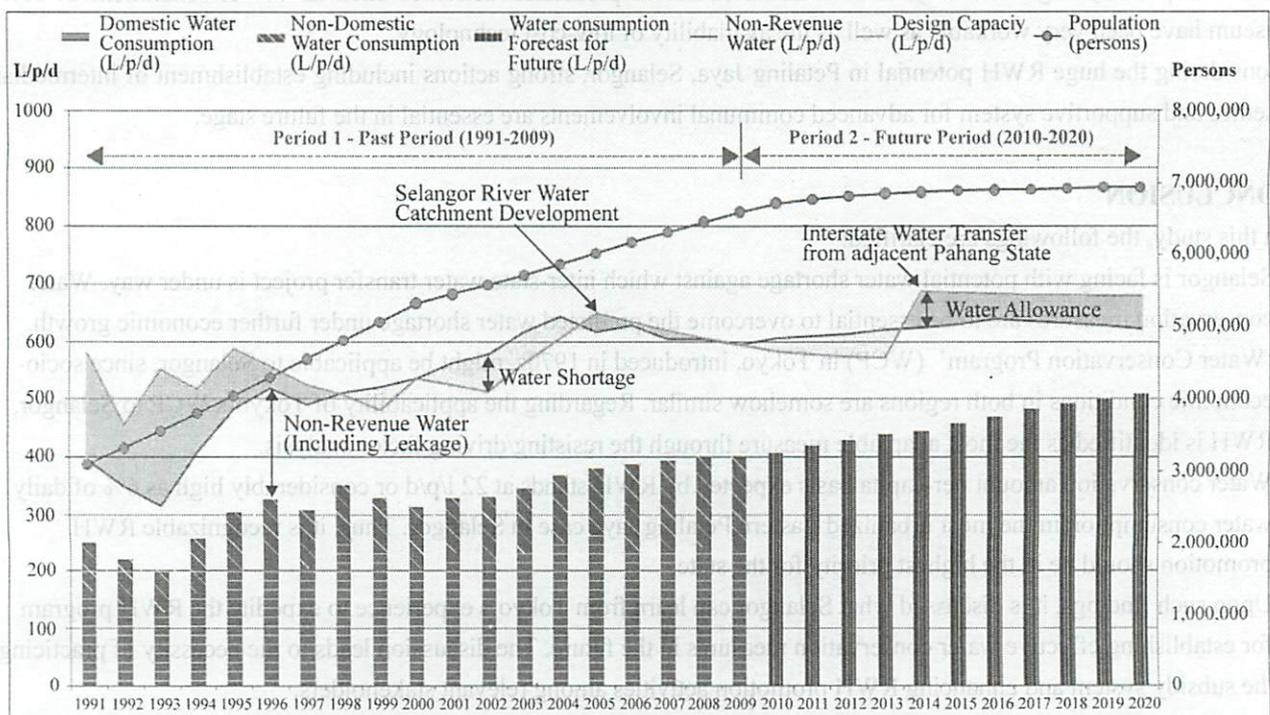
The authors would like to thank all the respondents who helped greatly for the preparation of this paper. Special thanks go to (1) Mr. Nobuo Tokunaga of the RWH equipment maker and the committee member of People for Rainwater for the briefing on RWH system promotion, (2) Mr. Makoto Murase and other officers in Sumida City Hall for the hearing surveys on its RWH policy, (3) Mr. Hiroshi Kamiya for his briefing on RWH guideline by Architectural Institute of Japan (AIJ) and for guiding us to RWH system in his house. Those assistances have been contributing to conduct our comparative study between Tokyo (Sumida-ku) and Selangor (Petaling Jaya) more smoothly than expected.

(原稿受付 2011年1月22日)。(原稿受理 2011年5月6日)

REFERENCES

- 1) Almeida, P. (25th January 2010): Rainwater Harvesting Facility for New Houses, The Malay Mail.
- 2) Baharuddin (2007): Quality of Rainwater at NAHRIM's Rainwater Harvesting System Pilot Projects, Proceedings of the Colloquium on Rainwater Utilization. pp. 61-67.
- 3) Brouwer, C., Goffeau, A. and Heibloem, M. (1985): Irrigation Water Management—Training Manual No. 1, City of Rome, Italy.
- 4) Furumai, H. (2008): Rainwater and Reclaimed Wastewater for Sustainable Urban Water Use, Physics and Chemistry of the Earth, V. 33, Iss. 5, pp. 340-346.
- 5) Furumai H. and Okui H. (2010): Historical Transition and Progress of RWHM Projects in Japan (working paper).
- 6) Kong, L. (21th July 2010): Noriah: Selangor will Face Water Crisis from 2012, The Star News.
- 7) Nafisah, A.R. et al. (2010): Evaluation of the Effects and the Programming of 'Water Conservation Plan' (WCP) for Total Water Resources Management in Tokyo, Journal of Water and Environment Technology, (accepted).
- 8) Petaling Jaya Local Plan Report (2003): Town and Country Planning Department of Selangor, Malaysia.
- 9) Shaaban, A.J. (2007): NAHRIM's Experience in Rainwater Utilization Systems Research, Proceedings of the Colloquium on Rainwater Utilization, pp. 49-58.
- 10) Suenobu, K. (2009): Analysis on Water Conservation Measures and RWH Potential in Case of Sumida-ku, Tokyo, Master Degree Thesis, Shibaura Institute of Technology (in Japanese).

Appendix Total Water Resources Management Process in Selangor (1991–2020).



Note: The development of Intra-state Selangor Water Catchment manages to overcome water shortages in the period-1 (1998 to 2004). At present, to overcome the anticipated water shortages in the period-2 (2011 to 2014), inter-state water transfer from adjacent Pahang state is under construction. Nevertheless, comprehensive TWRM including rainwater harvesting is to be essential under future economic growth.

流域圏学会 第1回総会・学術研究発表会

日時：5月28日(土)10:00~17:45

場所：高知大学・農学部3号館1階13号室

【主催】流域圏学会

【共催】高知大学, 高知工科大学

【後援】高知県, 高知県教育委員会, 高知市教育委員会,(財)四万十川財団, 四万十川総合保全機構, 西日本科学技術研究所, NHK高知放送局, RKC高知放送, KUTV テレビ高知, 高知新聞社, 朝日新聞高知総局, 読売新聞高知支局, 毎日新聞高知支局

プログラム

- 9:30~ 受付
総合司会：北條 正司(大会実行委員長)
- 10:00~10:15 **開会挨拶** 松田 誠祐(四万十・流域圏学会会長) (司会：宮崎 利博)
「四万十から流域圏にむけて」
- 10:15~11:15 **環境教育：ユースセッション・発表** (座長：山下 慎吾)
- 10:15~10:45 四万十川流域におけるアミカ科幼虫の分布とその生育環境
中越 悠一朗, 荒金 夏樹, 菅井 慎一郎, ○高橋 蒼, ○新玉 悟(高知県立四万十高等学校)
- 10:45~11:15 幡多地域に展開する環境型農業と環境教育
○矢野川 春奈, ○上岡 由奈, ○久保田 千尋, ○茨木 萌(高知県立幡多農業高等学校)
- 11:15~12:00 **総会**
- 12:00~14:00 **昼食・ポスターセッション** (座長：一色 健司)
- P1 四万十川流域におけるアミカ科幼虫の分布とその生育環境
中越 悠一朗, 荒金 夏樹, 菅井 慎一郎, ○高橋 蒼, ○新玉 悟(高知県立四万十高等学校)
- P2 幡多地域に展開する環境型農業と環境教育
○矢野川 春奈, ○上岡 由奈, ○久保田 千尋, ○茨木 萌(高知県立幡多農業高等学校)
- P3 四万十川における水温の経年変化
福永 泰久(NPO 法人 全国水環境交流会)
- P4 水温の変化が沈水性植物の水質環境改善効果に及ぼす影響—石土池を対象として—
○森本 敬光(溝営技術コンサルタント), 村上 雅博(高知工科大学)
- P5 水生植物・ホテイアオイの溶存二酸化炭素及び栄養塩類の吸収特性と石土池の水域環境保全システムの提案
○西山 明宏, 村上 雅博(高知工科大学)
- P6 途上国環境問題視察学生ツアー [JSCE 環境工学委員会(第12回)：ベトナム]
○宮川 結衣(高知工科大学), 名取 哲平(木更津高等専門学校), 飯島 正資(JSCE), 越後 信哉(京都大学), 藤井 滋尾穂(京都大学), 村上 雅博(高知工科大学)

- 14:00~15:20 **特別講演** (座長：北條 正司)
- 14:00~14:40 講演(1)「里山最後(?)のキツネ遺骸の炭素・Sr 同位体比測定」
鈴木 和博(名古屋大学年代測定総合研究センター)
- 14:40~15:20 講演(2)「東日本大地震による津波災害の概況」
富田 孝史(港湾空港技術研究所アジア太平洋沿岸防災研究センター 上席研究官)
- 15:20~15:30 **休憩**
- 15:30~16:30 **一般セッション・講演** (座長：村上 雅博)
- 15:30~15:50 キシミー川(フロリダ州エバーグレイズ)自然再生プロジェクトの視察
山下 慎吾(魚と山の空間生態研究所)
- 15:50~16:10 地下水と人間の安全保障(GWAHS-CS, UNU-EHS/UNESCO-IHP)：沖積氾濫原平野の地下水砒素汚染
○辻 和毅(熊本大学), 村上 雅博(高知工科大学), Renaud Fabrice(UNU-EHS, Bonn)
- 16:10~16:30 早明浦ダム流域における日単位と1時間単位の長期流出解析の比較
○藤村 和正(明星大学), 白羽 陽臓(東京工業大学大学院), 村上 雅博(高知工科大学), 鼎 信次郎(東京工業大学大学院)
- 16:30~17:30 **企画セッション「陸空海と流域圏」**
- 16:30~16:40 趣旨説明：モデレーター 西森 基貴(農業環境技術研究所 主任研究員)
- 16:40~17:00 基調講演(1)「地球規模気候変動モデルと流域圏ダウンスケーリング」
鼎 信次郎(東京工業大学 准教授)
- 17:00~17:30 基調講演(2)「流域圏における循環型プロバイオテイクス環境農業と社会システム研究開発の俯瞰的課題」
松下 潤(芝浦工業大学 教授)
- 17:30~17:45 **閉会挨拶** 流域圏学会会長 (司会：森 牧人)
「流域圏の未来，地域からの政策課題を発想する力」
- 19:00~21:00 **懇親会**(高知市内土佐料理店)

訂正とお詫び(第10巻第1号 巻頭言)

四万十・流域圏学会誌第10巻第1号(2011年3月発行)の巻頭言において、末尾1段落(3行分)が脱落しておりました。著者 西内燦夫様にはお詫び申し上げます。また、脱落分を補った巻頭言全文を以下に掲載いたします。

2011年5月

四万十・流域圏学会 出版・編集委員長

<巻頭言>

～未来と言う名の歴史～
3・11 東日本大震災に際して

西内 燦夫*

中国から一年間滞在の研修生が去る時に「中国が日本を追い越すのに何年必要か？」と尋ねた事がある。その時の彼の返答は「年数以前に追い越すことは無理でしょう！」だった。自信満々の中国人にしては不思議な答えだったので「何故か？」と尋ねたら…次のような返事だった

「礼節」において日本人を追い越すことは世界中の何処の国の人にもできない。これは勉強して憶えて身につく知識や技術ではない。そして、他方これは「民族形成」「国家形成」の為には非常に重要な事である。…従って中国が日本を追い越すことは出来ない！…やけに語気が強かったのは、その時は「一年間の酌み交わした酒への社交辞令」だと思っていた…が…この度の「3.11 東日本大地震」の新聞報道やツイッターでの多くの書き込み内容を見ると、彼の言葉が正しかった事が証明されている。

精神的には、最近失いかけた日本民族の自信を呼び戻してくれる地震である！

四万十川において「観光」を語る時も、少しそれに似た話に遭遇する。

「川や景色や魚」は観光の大切な要素ではあっても最後の決め手ではない。似た川や、水質的にはもっと美しいとされる数値の川を捜すのに苦労はないという。しかし、どうしても「四万十川」へ行きたい人が多いのは「そこにある情緒」のせいだという。この事は四万十川の流域住民にすればある種の自信を持っている事だと言える。

これら二つの「礼節」と「情緒」に共通する事は、「金銭で購入する事が出来ない！」「言葉で教えられる事ではない！」と言う事だ。そして…それらは日本人にしたら、まるで「空気」のように「安価」ながらも非常に「貴重」なものだと気づく。同時に、このことに「誇り」を持つべきだとも判る。そこでもうひとつ気づくべきは…「速く・早く・マニュアルに反せず・無駄なく・無理なく・自己の利益優先…」となりがちな、あまりにも余裕のない最近の日本人の「焦る姿」である！

日本の歴史は75年周期で転換を行ってきた。「太平洋戦争」「明治維新」「寛政の改革」「享保の改革」「鎖国令」「本能寺」…これらすべてが「エネルギーの放出」とは考えにくいものの、今回はこの地震を契機として「過去の歴史」と共に次の75年先の「未来の歴史」を考えてみるのも…また面白い！

* NPO 四万十川流域住民ネットワーク 代表世話人 (四万十市中村)

四万十・流域圏学会会則

第1章 総則

(名称)

第1条 本会は、四万十・流域圏学会 (Japan Society of Shimanto Policy and Integrated River Basin Management) と称する。

(目的)

第2条 本会は、四万十川及び全国の流域圏を対象に、総合的・学際的調査研究及び学民産官連携による実践的取り組みを展開し、もって流域圏を単位とした自然重視の学際的な地域文化づくりの横断的な推進に資することを目的とする。

(事務局)

第3条 本会は、事務局を当分の間、高知工科大学 環境理工学群 村上研究室に置く。

(事業)

第4条 本会は、第2条の目的を達成するために次の事業を行う。

- (1) 講演会、研究発表会等の開催。
- (2) 学会誌、ニューズレター及びその他の刊行物の発行。
- (3) 四万十川流域における先駆モデル研究。
- (4) 四万十川流域と他流域との交流及び住民団体・研究者など多様な主体の交流を通じたネットワークづくり
- (5) 前各号のほか、本会の目的を達成するために必要な事業

第2章 会員に関する事項

(会員)

第5条 本会の会員は四万十・流域圏学に関心をもち、本会の趣旨に賛同する者とし、正会員、学生会員、賛助会員、名誉会員及び準会員をもって構成する。その他の会員については、理事会で決定する。

- (1) 正会員 会費年額 5,000円を納める者。
- (2) 学生会員 大学学部学生・大学院学生・研究生で会費年額 2,500円を納める者。
- (3) 賛助会員 企業・団体が賛助会費(年額30,000円以上)を納める者。
- (4) 名誉会員 本学会の発展にとくに功績のあった個人で、総会の決議をもって推薦する者。会費は徴収しない。
- (5) 準会員(ジュニア会員) 小学生・中学生・高校生。会費は徴収しない。

(会員の権利)

第6条 正会員は、以下の権利を有する。なお、理事会の承認によって、学生会員、賛助会員及び準会員にも権利を付与することができる。

- (1) 調査研究成果を学会誌その他の刊行物または研究発表会において発表すること。
- (2) 本会が主催する研究発表会、講演会及び総会等に参加すること。
- (3) 本会の定期刊行物の無料配布を受けること。

(会費)

第7条 会員は、第5条に定める年会費を前納しなければならない。

- 2 既納の会費は、いかなる理由があっても返還しない。

(会員の入会)

第8条 会員になろうとする者は、入会申込書を提出し、理事会の承認を受けなければならない。

(会員の退会)

第9条 退会しようとする者は、退会届を提出しなければならない。この場合、未納の会費があるときは、完納しなければならない。

- 2 理事会は、長期にわたって連絡のとれない会員を退会させることができる。

第3章 組織に関する事項

(役員)

第10条 本会には次の役員を置く。

- (1) 理事 25名以内、うち会長1名、副会長3名以内とする。
- (2) 監事 2名。

(役員を選任)

第11条 理事及び監事は正会員の互選により、総会で決定する。

- 2 会長は、理事のうちから互選する。
- 3 副会長は、理事のうちから会長が指名する。
- 4 理事及び監事は、相互に兼ねることができない。

(役員任期)

第12条 役員任期は2年とし、再任を妨げない。

- 2 役員は任期満了となっても、後任者への事務引継ぎを終了するまでその職務を行う。

第13条 役員に欠員の生じたときは、後任を選任する。ただし、理事会でその必要がないと認めたときは、この限りでない。

- 2 補選された者の任期は、前任者の残任期間とする。

(役員任務)

第14条 役員任務は次のとおりとする。

- (1) 会長は、会務を総括し、本会を代表する。
- (2) 副会長は、会長を補佐し、会長に事故あるときはその職務を代行する。
- (3) 理事は、理事会を構成し、本会の運営に関する重要事項を審議する。
- (4) 監事は、本会の会計を監査する。

(総会)

第15条 総会は正会員をもって構成し、本会の最高決議機関として会の意志と方針を決定する。

(総会開催)

第16条 通常総会は、毎年1回開催する。

第17条 臨時総会は次の場合に開催する。

- (1) 会長又は理事会が必要と認めたとき
- (2) 正会員の3分の1以上の者から請求があったとき

第18条 総会は、会長が招集し、議長となる。

第19条 総会の招集については、開催の2週間前までに、日時、場所及び会議に付議すべき事項を適当な方法によって会員に通知しなければならない。

第20条 総会は、正会員の5分の1以上の出席がなければ成立しない。ただし総会に出席できない正会員で、第19条によって通知された事項の議決を他の出席会員に委任した者及び書面によって議決に参加した者は出席者とみなす。

(総会議決)

第21条 総会の議決は出席者の過半数の同意による。可否同数のときは、議長の決するところによる。

第22条 総会では、次の事項を議決する。

- (1) 前年度の事業報告及び収支決算
- (2) 当該年度の事業計画及び予算案
- (3) その他理事会が必要と認めた事項

(理事会)

第23条 理事会は、必要に応じて会長が招集する。

- 2 会長は、理事の過半数から請求があったときは、理事会を招集しなければならない。
- 3 理事会の議決は、出席者の過半数の同意をもって決定する。可否同数のときは、会長の決するところによる。
- 4 本会の運営を円滑に行うため、理事の中から代表幹事を選任し、幹事会を開くことができる。

(委員会)

第24条 本会は、必要に応じ委員会を組織することができる。委員会の規約は、別に定める。

- 2 各委員会は、理事会に委員会の活動状況について適宜報告し、また、本会の運営上特に必要である

として理事会から諮問された事項について、答申しなければならない。

3 会長は、理事会の推薦を受け理事の中から委員長を任命する。

4 会長は、理事会の推薦を受け正会員の中から若干名を委員に任命する。

(支部及び部会)

第25条 本会は、必要に応じ支部及び部会を置くことができる。

2 支部及び部会の設置及び組織については、別に定める。

第4章 会計に関する事項

(会計)

第26条 本会の経費は、会費・助成金及び寄附金その他の収入をもってあてる。

第27条 本会に、一般会計のほか必要に応じて特別会計または基金をおくことができる。第28条 本会の会計年度は、4月1日から翌年3月31日までとする。

第5章 会則の変更及び解散

(会則の改正)

第29条 この会則は、総会出席者(委任状及び書面による参加を含む)の3分の2以上の同意を得なければ、改正できない。

(会の解散)

第30条 本会は、総会出席者(委任状及び書面による参加を含む)の3分の2以上の同意がなければ、解散することができない。

第6章 その他の事項

(雑則)

第31条 この会則に定めるもののほか、学会の運営に関し必要な事項は理事会の議決を経て別に定める。

附則

1 この会則は、平成13年2月8日から施行する。

2 本会の設立初年度の会計年度は、第28条の規定にかかわらず設立の日より平成14年4月30日までとする。

附則

1 この会則(平成19年5月26日の第7回総会にて変更承認)は、平成19年5月26日から施行する
2 平成19年度の会計年度は、第28条の規定にかかわらず平成19年5月1日から平成20年3月31日までとする。<第4章第28条>

附則

1 この会則(平成21年6月6日の第9回総会にて変更承認：第2章 会員に関する事項(会員) 第5条のアンダーライン部を含む)は、平成21年6月6日から施行する。

付則

1 (名称)

第1条 本会は、次(H23)年度より、四万十・流域圏学会(Japan Society of Shimanto Policy and Integrated River Basin Management)から、流域圏学会(Japan Society of Water Policy and Integrated River Basin Management)と名称を変更する。

付則：(評議委員会)

1 理事会の他に、次の評議委員会を置く。

評議員は会長の諮問に応じる。

評議委員会の議長、副議長、委員の選任は事務局が推薦し、会長が決定する。任期は第12条に準ずる。

評議員は、評議委員会を構成し、任務は会長の諮問に応じた重要事項を審議する。

平成22年5月29日から施行する。

四万十・流域圏学会 役員体制

四万十・流域圏学会・役員リスト（平成22年度）

〔任期：次期総会までの1年間〕

会長			
松田 誠祐	高知大学名誉教授	水文学	県内
副会長			
宅間 一之	高知県立歴史民俗資料館・館長	民俗学	県内
福留 脩文	(株)西日本科学技術研究所・所長	河川工学	県内
監事			
今井昭二	徳島大学大学院・総合科学部社会創生学科・教授	環境化学	県外
大原 泰輔	大原計画事務所・代表	地域計画学	県内
理事			
池田 誠	東洋大学国際地域学部・教授	社会システム	県外
一色 健司	高知県立大学・生活科学部・環境理学科	環境分析化学	県内
大年 邦雄	高知大学農学部・教授	防災工学	県内
岡田 将治	高知工業高等専門学校・環境都市デザイン工学科・准教授	河川工学	県内
西森 基貴	(独)農業環境研究所・主任研究員	自然地理学（気象）	県外
島谷 幸宏	九州大学大学院・工学研究院環境都市部門・教授	河川工学	県外
瀬戸口 忠臣	JFEエンジニアリング(株)・顧問	土木工学	県外
宅間 一之	高知県立歴史民俗資料館・館長	民俗学	県内
辻 和毅	(株)技術開発コンサルタント・部長	水文地質学	県外
福留 脩文	西日本科学技術研究所・所長	河川工学	県内
北條 正司	高知大学・理学部・教授	環境分析化学	県内
松下 潤	芝浦工業大学・システム理工学部・教授	都市環境工学	見外
馬淵 泰	高知工科大学・マネジメント学部・講師	森林砂防工学	県内
松田 誠祐	高知大学名誉教授	水文学	県内
宮崎 利博	(前)高知県土木部長	防災工学	県内
村上 雅博	高知工科大学・環境理工学群・教授	水資源・環境工学	県内
森 牧人	高知大学・農学部・准教授	農業水文学（気象）	県内
山崎 慎一	高知工業高等専門学校・環境都市デザイン工学科・准教授	衛生環境工学	県内
評議員			
石川 妙子	NPO法人 環境の杜こうち・代表	河川生態学	県内
江淵 倫將	高知県立梶原高校・校長	環境教育	県内
西内 燦夫	NPO四万十川流域住民ネットワーク・代表	流域圏学	県内
橋尾 直和	高知県立大学文化学部・教授	言語学・方言学	県内
福田 善乙	高知短期大学・教授	経済学	県内
福永 泰久	(株)西日本科学技術研究所・顧問	環境化学	県内
澤良木 庄一	四万十川自然科学研究所・所長	植物学	県内

委員 会

委員会

○総務委員会	委員長 副委員長 委員	村上 雅博 宮崎 利博 各委員長+代表幹事	
○表彰委員会	委員長 副委員長	北条 正司 山崎 慎一	
○財務委員会	委員長 副委員長	馬淵 泰 福永 泰久	
○編集・出版委員会	委員長 副委員長 副委員長(外) 副委員長(外)	一色 健司 岡田 将治 辻 和毅 松下 潤	
○企画委員会	委員長 副委員長 副委員長	森 牧人 西森 基貴 西内 燦夫	
○流域圏学会準備小委員会	小委員長	瀬戸口 忠臣	

代表幹事

- 各委員長・副委員長・小委員長 <代表幹事を兼務>
- 代表幹事: 理事・評議員の代表(西内 燦夫、福永 泰久)
- 高知県林業振興・環境部 環境共生課
総務委員会・特任; 理事会担当補佐(高知県林業振興・環境部 環境共生課内、担当: 東谷・上田)

名誉会員

今井 嘉彦	高知大学名誉教授 <前会長>	環境化学	県内
-------	----------------	------	----

四万十・流域圏学会 賛助会員

平成 22 年 5 月 30 日現在 (3 団体)

内 容 欄 の 業 務 員 会

- (財)リバーフロント整備センター
- 株式会社四国電力中村支店
- 中村商工会議所

四万十・流域圏学会会則 抜粋 第2章 会員に関する事項 (会員)

第5条 本会の会員は四万十・流域圏学に関心を持ち、本会の趣旨に賛同するものとし、正会員、学生会員、団体会員及び準会員をもって構成する。その他の会員については、理事会で決定する。

- (1)正会員 会費年額 5,000円を納める者。
- (2)学生会員 大学学部学生・大学院学生・研究生で会費年額 2,500円を納める者。
- (3)賛助会員 企業・団体で賛助会費(年額30,000円以上)を納める者。
- (4)準会員(ジュニア会員) 小学生・中学生・高校生。会費は徴収しない。

会費の使われ方:

正会員・学生会員の会費は学会誌・ニューズレター・お知らせ等の印刷・郵送費等に、**賛助会員の会費は小・中・高校生を対象としたユース(ジュニア)セッションの次世代人材育成プロジェクト活動資金に割り当てられています。**



ほたる・カワニナ観察会： 奈路小学校(2007. 5. 27)

第7回四万十・流域圏学会 ユースセッション・フィールドツアー

- (財)リバーフロント整備センター
〒102-0082 東京都千代田区一番町8 一番町FSビル3F
- 株式会社四国電力中村支店
〒787-8691 高知県四万十市中村大橋通6丁目9-21 安光孝夫
- 中村商工会議所
〒787-0029 四万十市中村小姓町46 中村商工会議所

会員募集の御案内

全国の流域圏を対象に、総合的・学際的調査研究と学民産官連携による実践的な取り組みを展開する「流域圏学会」(Japan Society of Water Policy and Integrated River Management)が平成23年5月28日(予定)に新たに発足します。平成13年2月8日に設立された四万十・流域圏学会が10周年記念大会を機に全国展開に向けて名称変更することが平成22年5月29日の総会にて決まりました(四万十・流域圏学会誌・第9巻2号、69頁を参照)。第10回総会にて、平成23年5月までに四万十・流域圏学会誌の第10巻までを刊行した後に、流域圏学会として新たに流域圏学会を第1巻1号から刊行する案も同時に承認されました。地域から発展させて全国レベルを目指すコンセプトに移行した以外は設立当初からの学会の基本理念を引き継いでいます。

全国の流域圏と流域ネットワークをつくる方向で、世界をみつめて、流域圏をキーワードに新しく改組された学会の活動にふるって御参加下さい。

学会の基本理念

- 1) 横断的・学際的な研究、現場に根ざした実践的な研究、住民と連携した取り組み(学民産官連携活動)を重視する。
- 2) 地域の学問から全国の横断的な流域圏のネットワークづくりと世界(国際交流・国際協力)へ向けての情報発信を行い、実際問題への適用をはかるために、学・官・民の研究者・技術者・地球市民との交流を促進する。
- 3) 次世代への展開(サステイナブル・シメント)と次世代をになう人材(若手を含む)の育成を重視する。

お問い合わせ先

学会事務局本部:高知工科大学 環境理工学群 村上研究室
〒782-8502 高知県 香美市 土佐山田町 宮の口185
Tel: 0887-57-2418, Fax: 0887-57-2520, E-mail: murkami.masahiro@kochi-tech.ac.jp

※次ページに掲載した入会申込書は「四万十・流域圏学会」のものですが「流域圏学会」への移行後は「流域圏学会」の入会申込書として取り扱います。

(四万十・)流域圏学会会則 抜粋

第2章 会員に関する事項

(会員)

第5条 本会の会員は流域圏学に関心を持ち、本会の趣旨に賛同するものとし、正会員、学生会員、団体会員及び準会員をもって構成する。その他の会員については、理事会で決定する。

- (1) 正会員 会費年額 5,000円を納める者。
- (2) 学生会員 大学学部学生・大学院学生・研究生で会費年額 2,500円を納める者。
- (3) 賛助会員 企業・団体が賛助会費(年額30,000円以上)を納める者。
- (4) 準会員(ジュニア会員) 小学生・中学生・高校生。会費は徴収しない。

※会費振込先:

郵便振替 01670-7-3731
流域圏学会 会計 馬淵 泰 (財務委員会・委員長: 高知工科大学 マネジメント学部)
お願い: 領収書は発行いたしませんので、振込みの控えを保存して下さい。

宛先：

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

高知工科大学・環境理工学群 村上研究室内 四万十・流域圏学会 事務局

Tel:0887-57-2418. Fax:0887-57-2520 E-mail: murakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp

入会申込書 ⇔ (連絡先等変更、退会等の届け)

氏名と変更部分のみをお書き下さい

四万十・流域圏学会・会長 様

平成 年 月 日

氏名： _____

住所： _____

連絡先住所 (自宅 ・ 勤務先) 上記の住所と同じときは⇒以下に同上と記載下さい。

〒 _____

Tel: _____ Fax: _____

E-mail: _____

会員種別*

正会員 ・ 学生会員 ・ 賛助会員 ・ 準会員

勤務先/職業

専門分野

生年月日

年 月 日

*会員種別については、該当するものを○で囲んで下さい。

備考覧

受付承認： 平成 年 月 日

編集後記

本号では「特集：流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策(RECCA-Kochi)」を掲載いたしました。RECCA-Kochi プロジェクトはまだ始まったばかりですが、すでに多くのセミナー、シンポジウムなどが開催されています。本特集をお読みになってプロジェクトに関心を持たれましたら、ぜひ今後も引き続き開催されるプロジェクト関係のセミナーやシンポジウムにご参加くだされば幸いです。なお、充実した特集記事を組めたことに対しまして、RECCA-Kochi プロジェクト代表者 西森基貴様をはじめ執筆された方々に御礼申し上げます。

さて、本号は四万十・流域圏学会誌としては最終号となりますので、号末に総目次を掲載いたしました。あらためて総目次を眺めてみますと、創刊以来一貫して、「四万十川」をキーワードとしながら、ヒトの生活圏として重要な役割を果たしてきた、そして、これからも果たしていくであろう「流域圏」の自然・環境・生活・社会・文化を学際的・実践的にとらえることを指向してきたことが読み取れます。本総目次は、このような本会の10年間の足跡を記したのですが、本会の成果を「流域圏学会」に継承・発展させていくための資料として活用されることを期待いたします。

最後に、新学会誌に引き継ぐにあたって、この1年間委員長として会誌編集に携わる中で、今後の課題として検討することが必要と感じてきたことを提示しておきたいと思います。

- ・会誌のウェブページ掲載によるオンライン公開（バックナンバーの公開も含みます）
- ・ゲストエディタを招聘してのテーマ記事の企画・掲載
- ・会誌ウェブページの充実および会誌との連携の強化

「流域圏学会」としての新たな出発に際して、会誌のよりいっそうの充実と普及を祈念いたします。

(編集出版委員長 一色健司)

四万十・流域圏学会誌 総目次

第1巻第1号 (Feb., 2002)

巻頭言	連続性 今井 嘉彦(高知大学名誉教授) 1
記念基調論文	河川環境と民俗 -河川閉塞・峡谷閉塞を事例として- 野本 寛一(近畿大学 文芸学部) 2 河川整備における合意形成と科学と情報 島谷 幸宏(国土交通省 九州地方整備局 武雄工事事務所) 12
記念招待論文	仁淀川の河川整備について 鈴木 研司, 横山 嘉夫(国土交通省 高知工事事務所) 20 四万十川の河川整備について 亀山 忠(国土交通省 中村工事事務所) 22
論文	小規模河川の流量観測におけるドップラー式超音波流速センサーの簡易適用法 吉田 正則, 村上 敏文(近畿中国四国農業研究センター傾斜地基盤部) 25
研究ノート	海洋深層水開発における環境保全システムとミチゲーションに関する一考察 大久保 光章, 福原 隆一, 村上 雅博(高知工科大学 社会システム工学科) 34 高知県物部村市宇月谷方言における可能助動詞「サル」に関する覚え書 橋尾 直和(高知女子大学 文化学部) 41
総説	四万十川の環境問題 浜田 幸作(須崎高校久礼分校) 45 The Danube River, conflict or compromise - Damming or removing the dams - Masahiro MURAKAMI(Kochi University of Technology), Libor JANSKY(United Nations University) 55
調査報告	地域と連携した河川環境改善への取り組みについて 今井 嘉彦(高知大学名誉教授), 常山 進(江ノ口川うつくしいまちづくり市民会議), 大原 英樹(高知県総務部) 67
学会ニュース 69

第2巻第1号 (Dec., 2002)

巻頭言	川は生命の泉 坂本 正夫(高知県立歴史民俗資料館) 1
論文	自立・循環型都市の現状と将来展望 松下 潤(芝浦工業大学システム工学部環境システム科) 3
総説	生態工学による水環境修復 林 紀男(千葉県立中央博物館環境科学研究科) 11
調査報告	四万十川におけるアユの産卵期 高橋 勇夫, 東 建作, 平賀 浩之(西日本科学技術研究所) 17 カイロ首都圏都市用排水システムの地域特性 小林 三樹(藤女子大学人間生活学部) 21
抄訳論文	河川流域管理における自然の流出構造の変動性 横田 和典(高知県四万十川流域振興室) 29
四万十川流域圏 学会ユースセツ ション2002	家地川ダム撤去問題及び流域住民インタビューによる『四万十川・196人のメッセージ』に 関する取り組みについて 野坂 なつこ, 佐竹 薫, 弘瀬 ひろみ, 南部 洋孝, 沖 真也(高知県立窪川高等学校 社会問題研究部) 37
お知らせ	四万十川流域圏学会 第3回総会・学術研究発表会の御案内 41 ニューズレター: 2002年9月号 46

目録 第2巻第2号 (Dec., 2003)

巻頭言	四万十川紀行 辻 和毅	1
論文	四万十川流域住民の環境保全意識に関する考察 山崎 慎一(高知工業高等専門学校), 加藤 武(中村市役所), 藤原 拓(高知大学農学部), 山口 隆司(呉工業高等専門学校)	7
研究ノート	Application of Synthetic Tank Model Simulation on the Area with Poor Basic Hydrological Data Availability 基礎的水文観測記録の貧弱な地域での統合タンクモデルシミュレーションの適用 川崎 良一((株)三佑コンサルタンツ)	17
総説	吉野川流域圏を模索して 大和田 健太郎(徳島文理大学総合政策学部)	23
再録: 総説	生態工学による水環境修復 林 紀男(千葉県立中央博物館)	29
お知らせ	四万十・流域圏学会 第4回総会・学術研究発表会のご案内 四万十・流域圏学会 第4回学術大会実行委員会 四万十・流域圏学会ニューズレター: 2003年12月号	35 40
清流通信		
シリーズ(1)	清流通信「四万十川物語」(平成9年度 第1章~平成10年度 第23章)	41

第3巻第1号 (Mar., 2004)

巻頭言	四万十川の保全と流域の振興にむけて 橋本 大二郎(高知県知事)	1
第1部: 特集企画編		
四万十川条例(1)	高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例(略称)四万十川条例のあらまし 笹岡 貴文(高知県文化環境部文化推進課四万十川流域振興室) 清流基準(案)について 笹岡 貴文(高知県文化環境部文化推進課四万十川流域振興室)	3 13
第2部: 論文編		
論文	水生植物の物理的存在が透明度向上に果たす役割 林 紀男(千葉県立中央博物館), 浅枝 隆(埼玉大学大学院), 稲森 悠平(独立行政法人国立環境研究所)	19
総説論文	21世紀の緊急課題“水問題” その1 20世紀の水と環境の略史 川崎 良一((株)三佑コンサルタンツ)	25
お知らせ	四万十・流域圏学会 第4回総会・学術研究発表会のご案内 四万十・流域圏学会 第4回学術研究大会実行委員会	35
清流通信		
シリーズ(2)	清流通信「四万十川物語」(平成11年度 第24章~第36章)	41

第3巻第2号 (Apr., 2004)

巻頭言	「学民産官連携」を推進しよう 坂本 正夫(高知県立歴史民俗資料館)	1
第1部: 特集企画編	文化環境	
論文	「文化と環境」から真の「文化環境」へ 橋尾 直和(高知女子大学) 高知県内の河川関連地名 - 私の河川調査研究ノートの紹介 - 坂本 正夫(高知県立歴史民俗資料館)	3 23

第2部：特集企画編

四万十川条例(2) 高知県四万十川流域・環境配慮指針(案)

笹岡 貴文(高知県文化環境部文化推進課四万十川流域振興室)…………… 39

特集レポート 「四万十川流域住民ネットワーク」の概要

(四万十川) 西内 燦夫(四万十川流域住民ネットワーク)…………… 53

「沈下橋再考」

西内 燦夫(四万十川流域住民ネットワーク)…………… 56

幻の大魚：アカメ

西内 燦夫(四万十川流域住民ネットワーク)…………… 60

お知らせ 四万十・流域圏学会 第4回総会・学術研究発表会の御案内

四万十・流域圏学会 第4回学術研究発表会実行委員会…………… 63

第4巻第1号(Dec., 2004)

巻頭言 先人の知恵に学ぶ

橋尾 直和(高知女子大学)…………… 1

論文 緑のダムと青の革命

蔵治 光一郎(東京大学大学院)…………… 3

多摩中央公園の熱環境特性とその環境経済性

馬淵 泰(高知工科大学大学院)…………… 11

解説論文 Water Resources Assessment of Pakistan: Present and Future

パキスタンの水資源開発管理の現況と将来

Asif Mumtaz(Kochi University of Technology), M. Akram Kahlowan(Pakistan Council of Research in Water Resources), Masahiro Murakami(Kochi University of Technology)…………… 21

21世紀の緊急課題「水問題」その2：地球環境問題、そして水問題とは何か？

川崎 良一(三祐コンサルタンツ(株))…………… 29

21世紀の緊急課題「水問題」その3：水問題に係わる世界の動きと今世界が求められているもの

川崎 良一(三祐コンサルタンツ(株))…………… 37

お知らせ 四万十・流域圏学会 第5回総会・学術研究発表会(2005)のご案内

四万十・流域圏学会 第5回学術大会実行委員会…………… 49

第4巻第2号(Apr., 2005)

巻頭言 今こそ流域圏を見つめよう

今井 嘉彦(高知大学名誉教授)…………… 1

論文 日本の地下水法制と地下水益管理

辻 和毅(不ニグラウト工業(株))…………… 3

技術ノート Technical Note on Synthetic Storage Model(SSM), Part 1

(英文) 総合貯留モデル(SSM)に関する技術ノート(パート1)

Ryohi KAWASAKI(Sanyu Consultants Inc.)…………… 11

報告論文 コロンビア国ボゴタ首都圏の水道事情

中村 篤(宇部市水道局)…………… 21

調査報告 四万十川条例に基づく住民意識調査

西村 光寿(高知県文化環境部四万十川流域振興室)…………… 27

四万十ユースセッション：

招待論文 四万十川の河原に見られる石の白化現象について

佐々木 亮, 中脇 里紗, 藤田 将平, 山本 真佑良(高知県立四万十高校)…………… 33

投稿論文 高知県和食ダムプロジェクトと住民意識・合意形成について

小野 正人, 梅津 靖弘, 山崎 美子, 渡辺 康志, 村上 雅博(高知工科大学)…………… 37

高知県南国市石土雨水調水池の自然再生計画について

梅津 靖弘, 亀田 千明, 渡部 康志, 村上 雅博(高知工科大学) 49

清流通信

四万十通信第 37 章~第 49 章(平成 12 年 4 月 10 日~平成 13 年 3 月 10 日)

シリーズ(2)

高知県四万十川対策室(現:高知県文化環境部四万十川流域振興室) 57

第5巻第1号 (Nov., 2005)

巻頭言

流域圏の新展開

村上 雅博(高知工科大学) 1

論文

湖の生態系や水質に及ぼす魚の影響:魚の放流の問題を考える

花里 孝幸(信州大学山地水環境教育研究センター) 3

日本における豪雨規模の経年変化

足立 真吾(愛媛大学大学院連合農学研究科), 松田 誠祐(高知大学名誉教授),
大年 邦雄(高知大学農学部) 9

四万十川流域における BOD, 窒素, リンの排出負荷量に関する考察

山崎 慎一(高知工業高等専門学校), 久米 可那子(株式会社響建設), 山崎 和範(四国旅客
鉄道株式会社), 山口 隆司(呉工業高等専門学校), 荒木 信夫(長岡工業高等専門学校) 17

特集:四万十・流域圏学会第 5 回学術研究発表会・記念講演(平成 17 年 5 月 28 日, 国立高知高等専門学校)

●企画セッション:特別講演(1)水と生物

日本の近自然河川工法と生物のかかわり

福留 脩文(西日本科学技術研究所) 27

河川の自然再生の考え方

島谷 幸宏(九州大学大学院) 29

バイオマニピュレーション(生態系操作)による水質浄化

花里 孝幸(信州大学山地水環境教育研究センター) 31

●企画セッション:特別講演(2)多自然型川づくりと流域圏

物部川下流域における河辺植生の変遷と自然再生の可能性

石川 慎吾(高知大学理学部) 33

四万十川における流域管理のあり方

秋元 建一(高知県文化環境部四万十流域振興室) 35

多自然型川づくりを越えて

吉川 勝秀(日本大学理工学部) 37

●小学校の調査研究発表

奈路川の環境調査

南国市立奈路小学校 4・5 年生 49

●高校生の調査研究発表

四万十川の河原に見られる石の白化現象について

佐々木 亮, 中脇 里紗, 藤田 将平, 山本 真佑良(高知県立四万十高校) 51

報告

不知火海・球磨川流域圏学会の設立総会

村上 雅博(高知工科大学) 55

四万十活性化小委員会が新設される!

瀬戸口 忠臣(渡川会, JFE) 59

お知らせ

四万十・流域圏学会 第 6 回総会・学術研究発表会(2006)のご案内

四万十・流域圏学会 第 6 回学術大会実行委員会 65

論文(ミスプリント)修正のお知らせ(第 4 巻第 2 号 辻論文)

四万十・流域圏学会 編集・出版委員会 68

第5巻第2号 (May, 2006)

巻頭言	地域の人びとの暮らしと文化環境に目を向けよう 橋尾 直和(高知女子大学文化学部) …………… 1
特集:文化環境(焼畑・四万十かいどう)	
解説	焼畑農業の継承は地域ぐるみでの遺伝子銀行の経営である 山口 聡(愛媛大学農学部・サークル「焼畑の会」顧問) …………… 3
	焼畑の取り組みと山村振興 加藤 正彦(西日本科学技術研究所) …………… 7
	土佐の焼畑と暮らし 坂本 正夫(前高知県立歴史民俗資料館館長) …………… 11
	焼畑の生活語・文化環境と地域おこし 橋尾 直和(高知女子大学文化学部) …………… 17
	四万十活性化小委員会が目指す「坂の上の雲」 瀬戸口 忠臣(渡川会・JFE エンジニアリング(株)) …………… 31
論文(原著)	水生植物を植栽した溜池の水質浄化に果たすユスリカ類の役割と効果 林 紀男(千葉県立中央博物館環境科学研究科), 桑原 享史(筑波大学大学院生命環境科学研究科), 稲森 悠平(独立行政法人国立環境研究所), 須藤 隆一(埼玉県環境科学国際センター) …………… 35
	アジアモンスーン地域・沖積平野の地下水利用と保全政策の比較-(その1)基本的な枠組み・関東平野の 地下水と保全政策- 辻 和毅(不二グラウト工業株式会社) …………… 43
	Impact of Emergent Aquatic Vegetation on the Water Quality of Ishiduchi Reservoir in Kochi Prefecture, Japan Abdoul Nasser IBRAHIM, Yasushi MABUCHI and Masahiro MURAKAMI(Kochi university of Technology) …………… 51
解説論文	四万十川流域圏におけるコンテンツ管理システムの実証実験 有瀬 和徳, 梅山 直樹, 村上 雅博, 清水 明宏(高知工科大学) …………… 61
書評	「ここまでわかったアユの本」(高橋勇夫・東健著作, 2006年2月)を読んで 松浦 秀俊(高知県水産試験場) …………… 65

第6巻第1号 (Dec., 2006)

巻頭言	日本の豪雨の結合規模は強まっている! 松田 誠祐(高知大学名誉教授) …………… 1
解説	四万十活性化小委員会」が目指すもの 瀬戸口 忠臣(JF エンジニアリング(株)) …………… 3
論文(原著)	地域防災力の向上要因に関する研究-高知県西南部豪雨災害被災地の事例からの一考察- 三牧 純子(京都大学大学院地球環境学舎) …………… 13
	アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策-(その2)乾期・雨期の分極と 人口が集中する沖積平野- 辻 和毅(不二グラウト工業(株)) …………… 23
	アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策-(その3)地下水依存度が高く 地下水汚染発生した沖積平野- 辻 和毅(不二グラウト工業(株)) …………… 31
ユースセッション:調査論文	自然廃棄物を利用した水質浄化処理装置の開発 愛媛県立北宇和高等学校 生産食品科 草花専攻班 …………… 39
	川の水と川底の水との因果関係 高知県立四万十高等学校自然環境部(佐々木 亮, 山本 真佑良, 藤田 将平, 中脇 里紗, 佐賀 あずみ, 西山 満, 田辺 樹里, 伊賀 政治, 小野川 真菜) …………… 43
報告	第7回四万十・流域圏学会総会・学術研究発表会のご案内, 発表申込書, 講演要旨サンプル …………… 49

第6巻第2号 (May, 2007)

巻頭言	四国を産油国に 藤田 正憲(国立高知工業高等専門学校・校長) ……………	1
招待講演論文	ホテル点滅の不思議—地球の奇跡 大場 信義(横須賀市自然・人文博物館) ……………	3
解説	高知県の森林の再生に向けて 齋藤 由貴(社団法人高知県森と緑の会) ……………	7
論文(原著)	中華人民共和国・台湾の水環境問題における四万十川方式水処理技術の有用性 三宮 秀治, 大杉 憲正, 江 鷹, 高尾 圭一, 牛 世全, 石川 祐一, 松本 聡 ……………	11
	高知県鏡川におけるアユの産卵場とその地形的特性 福留 脩文, 藤田 真二, 芳之内 祐司, 矢野 孝幸((株)西日本科学研究所) ……………	19
	アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策—(その4)海水侵入と残留塩類による水質劣化に直面する沖積平野— 辻 和毅(不二グラウト工業(株)) ……………	25
	Evaluation on Workability of Japanese Basin Management Systems - From the Viewpoint of Appropriate Water-related Infrastructure Building under Rapid Urbanization- Jun MATSUSHITA (Shibaura Institute of Technology) ……………	35
	Integrated Groundwater Resources Management and Policy in Western Aso Mountain Foot Groundwater Basin Jun SHIMADA(Graduate School of Science and Tec., Kumamoto University), Masahiro MURAKAMI (Kochi University of Technology), Kazuki TSUJH(Fuji Grout Co. Ltd, Japan) ……………	47
報告	第7回四万十・流域圏学会総会・学術研究発表会プログラム ……………	55

第7巻第1号 (Dec., 2007)

巻頭言	理想の郷 宅間 一之(高知県立歴史民俗資料館) ……………	1
招待講演要旨	ほたるの不思議—地球の奇跡 大場 信義(大場蛍研究所) ……………	3
論文(原著)	水生植物を植栽した溜池の水質浄化に果たすオタマジャクシの役割 林 紀男(千葉県立中央博物館), 稲森 隆平(福島大学理工学群), 蛭江 美孝((独)国立環境研究所), 稲森 悠平(福島大学理工学群) ……………	7
	Applicability of Japanese-Style Basin Management Systems to Bangkok, Thailand - Water-related Infrastructure Building Model Creation for Asian Cities under Rapid Urbanization Jun MATSUSHIA (Shibaura Institute of Technology) ……………	13
解説論文	「エコロジカル・サニテーション」と「パイオトイレ」 ～大規模・集中から小規模・分散システムへの政策転換の意義～ 村上 雅博(高知工科大学) ……………	23
調査論文:	空芯菜を用いた2次生産型水質浄化農業の研究 ユースセッション 愛媛県立北宇和高等学校 生産食品科 草花専攻班 ……………	29
調査報告	四万十材木造住宅 大原 泰輔(大原計画研究所) ……………	35
	物部川と野市小学校の環境教育 ～やってみる！感じる！つなげる！のいちの子～ 野市小学校 ……………	39
企画報告	「焼畑サミット in 高知」の開催 橋尾 直和(高知女子大学) ……………	47
	「四万十かいどう」が「日本風景街道」に登録される 橋尾 直和(高知女子大学) ……………	49
お知らせ	四万十・流域圏学会 第8回総会・学術研究発表会(2008)のご案内 ……………	51

第7巻第2号 (May, 2008)

巻頭言	「地の果てのよさこい」 北條 正司(高知大学理学部) …………… 1
招待講演要旨	地球環境時代の森林の保全・再生 末田 達彦(愛媛大学農学部) …………… 3
解説	四万十川流域の文化的景観選定に向けて 溝淵 博彦(高知県教育委員会文化財課) …………… 7 子ども達の未来を育む森林環境教育 斎藤 由貴(社団法人高知県森と緑の会) …………… 13
研究ノート	高知県中山間地における潜在的な水性昆虫の種多様性 林 紀男(千葉県立中央博物館環境科学研究科), 稲森 隆平(福島大学理工学群共生システム理工学類), 蛭江 美孝(独立行政法人国立環境研究所) …………… 19
論文(原著)	地下水法序説 松本 充郎(高知大学人文学部) …………… 23 国境にまたがる帯水層—ガンジス平原から安全な地下水問題を考える— 辻 和毅(ベクトル(株)) …………… 31
報告	四万十・流域圏学会 第8回総会(平成20年5月31日)報告 四万十・流域圏学会 総務委員会 …………… 41 生まれ変わる四万十活性化小委員会、今後の活動方針 瀬戸口 忠臣(四万十活性化委員会) …………… 47
おしらせ	四万十・流域圏学会 投稿規程(原稿書式フォーマット)変更について 四万十・流域圏学会 編集・出版委員会 …………… 51

第8巻第1号 (Dec., 2008)

巻頭言	「最後の清流のいま」 大原 泰輔(四万十・流域圏学会 監事, まちづくり専攻建築士) …………… 1
招待論文<解説>	地球温暖化の話 近藤 純正(東北大学名誉教授) …………… 3
解説	氾濫原と魚の話 山下 慎吾(空間生態研究所) …………… 15
総説	地球温暖化の地域総合的な影響評価への取り組み—高知県における豪雨災害と農業生産の視点から— 西森 基貴((独)農業環境技術研究所大気環境研究領域) …………… 23
論文(原著)	年輪幅の解析結果を利用して復元した構原の5月の最高気温年々変動 武市 伸幸(ヤマトスタッフサプライ) …………… 29 熱帯モンスーン地域における地下水と第四紀最新期の海水準変動 辻 和毅(ベクトル(株)) …………… 35
おしらせ	四万十・流域圏学会 第9回総会・学術研究発表会(平成21年6月6日)の案内 山崎 慎一(四万十・流域圏学会 第9回大会実行委員会委員長) …………… 45 四万十・流域圏学会誌 新投稿要領(原稿書式フォーマット) 四万十・流域圏学会 編集・出版委員会 …………… 53

(80) 第8巻第2号 (May, 2009)

巻頭言	「水の大切さ」 福元 康文(愛媛大学大学院連合農学研究科)…………… 1
解説	河川技術と河川マイスター研修 島谷 幸広(九州大学大学院)…………… 3 「四万十かいどう」- 活力と魅力ある地域づくり- 橋尾 直和(高知女子大学文化学部)…………… 7
総説	アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野における持続的な地下水利用のための保全政策シナリオ 辻 和毅((株)技術開発コンサルタント)…………… 15 Groundwater Resources Development and Management Policy Bui Hoc(Research Center for Geological Environment)…………… 27
研究ノート	中山間地と平地の水田生態系に出現する甲殻類(触脚綱・顎脚綱) 林 紀男(千葉県立中央博物館), 稲森 隆平, 稲森 悠平(福島大学共生システム理工学類)…………… 37
報告	第9回四万十・流域圏学会学術研究発表会(プログラム) 四万十・流域圏学会 総務委員会…………… 43 第9回四万十・流域圏学会総会報告(資料) 四万十・流域圏学会 総務委員会…………… 48
おしらせ	四万十・流域圏学会誌 新投稿要領(原稿書式フォーマット) 四万十・流域圏学会 編集・出版委員会…………… 57 幡多学講座の開設 高知県西部 NPO 支援ネットワーク(幡多地域大学推進協議会)…………… 62
書評	蔵治光一郎・著『水をめぐるガバナンス』 福永 泰久…………… 63

第9巻第1号 (Dec., 2009)

巻頭言	ステイクホルダー ～流域の専門家と住民～ 村上 推博(高知工科大学)…………… 1
寄稿	四万十・流域圏学会・河川マイスター現地調査(研修)の実施について 国土交通省四国地方整備局中村河川国道事務所計画課…………… 3
報告	高橋裕氏の河川マイスター研修のご講演を拝聴して 橋尾 直和(高知女子大学文化学部)…………… 7
原著論文	微細気泡含有液体の散布による植物培地中への窒素性物質の効率的送達 古沢 浩, 清水 若那, 井上 昌一, 西本 寛, 村上 雅博(高知工科大学)…………… 11 環境政策からみたモンスーンアジアの大都市圏における地下水保全政策 辻 和毅((株)技術開発コンサルタント)…………… 19 沖縄・石垣における環境・経済調和型農業モデルの促進-農地からの赤土流出抑止によるサンゴ礁 保全の視点 松下 潤(芝浦工大システム理工学部), 入嵩西 正治((有)石垣ファーマ代表), 安谷屋 隆司(亜熱帯島嶼農業コンサルタント)…………… 29
おしらせ	四万十・流域圏学会 第10回総会・学術研究発表会(平成22年5月29日)のお知らせ 橋尾 正和(四万十・流域圏学会 第10回記念大会実行委員長)…………… 41 表彰規定改訂(案)のお知らせ 四万十流域圏学会 表彰委員会…………… 47 四万十・流域圏学会 代表幹事会・大会実行委員会 [記録(2009.4-2010.1)]…………… 48

第9巻第2号 (Jun., 2010)

巻頭言	地域の環境を生かして 福永 泰久(四万十・流域圏学会 財務委員長)……………	1
特集：流域圏		
総説	流域圏をどうとらえるか？ 島谷 幸宏(九州大学大学院工学研究科)……………	3
	「自然共生型流域圏・都市の再生」について 吉川 勝秀(日本大学理工学部)……………	7
	流域圏と文化環境 橋尾 直和(高知女子大学文化学部)……………	13
	街道と流域圏 瀬戸口 忠臣(JFE エンジニアリング株式会社)……………	17
	確信できる未来であるために 西内 燦夫(四万十川流域住民ネットワーク)……………	21
	四万十・流域圏の回顧と今後の課題 今井 嘉彦(四万十・流域圏学会会長)……………	23
解説論文	流域圏の変遷とこれからの流域管理考—節水対策政策の視点から 松下 潤(芝浦工業大学システム理工学部)……………	27
	地球規模気候変動(温暖化)と流域圏 西森 基良((独)農業環境技術研究所大気環境研究領域)……………	35
	地下水の脆弱性と地下水保全政策 辻 和毅((株)技術開発コンサルタント)……………	39
	Water Resources Demand and Supply Responsibility of Groundwater in Hanoi, Vietnam DINH Thai Hung(Vietnam Institute of Meteorology)……………	45
研究ノート	流域圏に視点をおいた豪雨の規模を表す結合規格指標 松田 誠祐(高知大学名誉教授)……………	55
解説	洪水流を測る—四万十川から発信する新しい計測技術— 岡田 将治(高知高専建設システム工学科)……………	59
	徳島大学総合科学部環境・分析化学研究グループ 今井 昭二(徳島大学ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部)……………	63

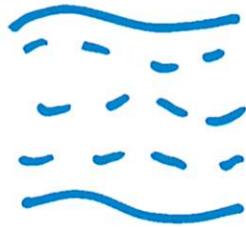
第10巻第1号 (Mar., 2011)

巻頭言	～未来と言う名の歴史～ 3・11 東日本大震災に際して 西内 燦夫(NPO 四万十川流域住民ネットワーク)……………	1
解説論文	「輛の浦埋立て架橋建設計画」の進捗状況と今後の課題 長谷川 弘(広島修道大学人間環境学部)……………	3
原著論文	地域環境経営システムの構築に関する研究 馬淵 泰, 那須 清吾, 村上 雅博(高知工科大学)……………	9
	シンチレーション法を適用した芝地の熱環境特性 馬淵 泰, 森 進一郎, 村上 雅博(高知工科大学、日本通運(株))……………	21
書評	辻和毅・著「アジアの地下水」 松下 潤(芝浦工業大学システム理工学部)……………	29
報告	四万十・流域圏学会 平成22年度(10周年記念大会)総会報告……………	31
	四万十・流域圏学会 第10回学術研究発表会ポスターセッション優秀賞について……………	40
おしらせ	流域圏学会 第1回総会・学術研究発表会(平成23年度)のお知らせ 北條 正司(流域圏学会 第1回学術大会実行委員会 委員長)……………	47

第10巻第2号 (May, 2011)

巻頭言	四万十・流域圏学会から流域圏学会への移行にあたって 松田 誠祐(高知大学名誉教授, 四万十・流域圏学会会長)……………	1
特集: 流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策 (RECCA-Kochi)		
	RECCA-Kochi のめざすもの 西森 基貴((独)農業環境技術研究所)……………	3
	湖水中の生き物の世界と、それに影響を与える地球温暖化 花里 孝幸, 永田 貴丸(信州大学山岳科学総合研究所)……………	9
	気候変動とアユ 高橋 勇夫(たかはし河川生物調査事務所)……………	13
	自主防災活動の促進要因についての一考察 高知県土佐清水市中浜地区の事例から 三牧 純子(国立民族学博物館)……………	17
	地球温暖化の影響下における地域社会の脆弱性問題と課題 自立に挑む馬路村の事例研究を中心に 榎木 誠(埼玉大学教養学部)……………	21
	「気象変動」と「民間人力」 西内 燦夫(NPO 四万十川流域住民ネットワーク)……………	27
	高知県立幡多農業高等学校の循環型農業教育に向けての取り組み 谷淵 悠(高知県立幡多農業高等学校)……………	31
解説論文	ドナウ川・フロイデナウ発電所とその魚道 藤村 和正, 村上 雅博(明星大学、高知工科大学)……………	33
総説論文	Water and Environmental Management in the Southern Africa Development Community - The cases study of the Zambezi River Basin - Zvikomborero MANYANGADZE (Ministry of Water Resources and Infrastructural Development)……………	39
原著論文	Assessment on Total Water Resources Management (TWRM) in Selangor, Malaysia with Emphasis on Rainwater Harvesting in the Basis of Lessons Learned from Tokyo's TWRM Abdul Rahiman NAFISAH, Jun MATSUSHITA and Akihiro OKADA (Shibaura Institute of Technology)……………	51
お知らせ	流域圏学会 第1回総会・学術研究発表会 プログラム……………	61
	訂正とお詫び(第10巻第1号 巻頭言)……………	63

(10105) 第10巻第2号



We Love "SHIMANTO"



2011.5

-
- 発行 四万十・流域圏学会
Japan Society of Shimanto
Policy and Integrated River
Basin Management
URL:<http://www.lab.kochi-tech.ac.jp/shimanto/>
- 事務局 高知工科大学 環境理工学群 村上研究室
〒782-0003 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185
TEL:0887-57-2418 FAX:0887-57-2420
E-mail:murakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp
-