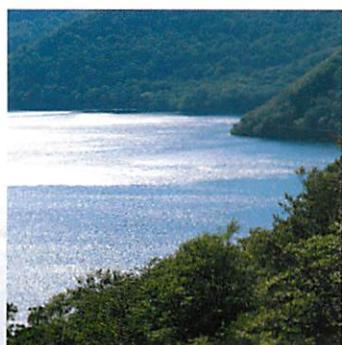
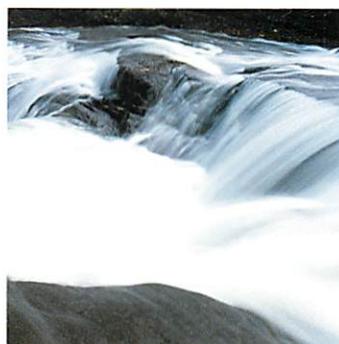


四万十・流域圏学会誌

第5巻 第1号

We Love "SHIMANTO"



特集：第5回学術研究発表会記念講演

2005

November



四万十・流域圏学会誌 第5巻 第1号(2005年11月)

目次

(特集:第5回学術研究発表会記念講演)

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)・久米可菜子(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

高知県立四万十高校:佐々木亮・中脇里紗・藤田将平・山本真佑良.....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..... 65

論文の修正のお知らせ: 辻論文..... 68

添付

四万十・流域圏学会会則..... 69 会員募集のご案内..... 74

四万十・流域圏学会役員リスト..... 72 入会申込書..... 75

委員会..... 73 編集後記..... 76

流域圏の新展開

村上 雅博*

平成17年10月29日(土)、八代市千丁町文化センター・パトリア千丁にて、不知火海・球磨川流域圏学会記念講演会が開催される運びとなり、基調講演「流域圏構想の新たな展開」吉川勝秀(日本大学教授)に引き続き、著者が「四万十・流域圏からのメッセージ」と題して四万十から不知火海・球磨川にエールを送った。四万十・流域圏学会の発足から5年後に、九州で新しい地方の流域圏学会が発足したことになる。平成13年5月11日に発足した四万十・流域圏学会の歩みを振り返り、今後の全国に向けての流域圏学会の新しい展開に期待したい。

四万十・流域圏学会の歩み

四万十・流域圏学会は、平成7年4月に河川名を冠した全国ではじめての地方自治体組織である四万十川対策室(現、四万十流域振興室、高知県文化環境部)の発案により平成11年から2年間の学会設立準備検討を経て平成13年2月8日に設立総会を開催し、同年5月11日に高知城ホールにて第一回総会・学術研究発表会を開催して正式に発足した。

多くの学会は研究者や学者が起案して組織化するプロセスを踏むのに対して、四万十・流域圏学会は地方自治体(高知県)が発案して研究者や学者に働きかけて全国の自治体や官・学・民の研究機関に流域圏学会の設立の是非と意味をアンケート方式で問いかけて地方における学会設立のニーズの確認を行い、官・民・学が共同起案のかたちでユニークな学会を発足させている。

学会設立準備当時は、平成10年3月に閣議決定された全国総合開発計画「21世紀の国土のグランドデザイン」第2部・第一章・第三節に、「流域及び関連する水利用地域や氾濫原」を流域圏として捉え、国土の持続的な利用と健全な水循環系の回復を可能とするためには、流域圏において総合的に施策を展開する必要があることが述べられており、全国的に流

域圏に対する関心が高まっていた時期と一致している。他方、河川研究者の間では、ヨーロッパで20年ほど前から提起されてきた総合的流域管理(Integrated River Basin Management)と流域圏を結びつけて考え始めていた時期であり、今年(平成15年3月)に京都で開催された第三回世界水会議でも総合的流域管理が主要な議題の一つにクローズアップされており、流域圏は高知(四万十川)から日本全国さらに世界に展開するパラダイムの一つとして位置づけることも可能ではないかと考えている。学会の英語名称は、当時建設省(河川局長)を退官して一市民の立場から河川と流域を見つめ第三回世界水フォーラムの事務局長を務めていた尾田栄章さんが、「Japan Society of Shimanto Concept and Integrated River Basin Management」と名をつけた。

四万十から球磨川そして世界の流域圏へ

今井嘉彦会長は、設立趣意書のなかで、「我々の課題は四万十川に限らず、日本の全ての流域圏に共通する。同時に日本の風土に起こる課題は地球規模での視点で取り組む必要があり、国際的な情報の交換と技術開発が求められる。この学会は既成概念にとらわれず、学術の情報発信の場であると同時に流域圏の全ての人々が参加する実証の場を形成したいと考えている。期待される情報は日本の全ての流域圏はもとより、国際的にも発信していきたいと念願している。流域圏に関わる多くの研究者、行政の担当者、教育の担当者、関心をもつ一般住民の方々の参加を発起人一同、切望する次第である」と述べている。「山・川・海」と「地域社会」をつなぐ水系を基盤とした流域圏研究の活動のコンセプトは以下に要約されている。

*高知工科大学 工学部・フロンティア工学コース 〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮の口185

- 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・シマン卜)と次世代をになう人材(若手を含む)の育成を重視する。

流域圏学会に寄せる想い

四万十・流域圏学会の発足にあたって中心的な役割をはたした四万十・流域圏学会・副会長、建設省土木研究所河川部長(当時)の宇多高明氏が、設立総会の記念講演のなかで、「河川の事業においても地域の自然、歴史や文化に十分配慮した川づくりが強く求められている。河川技術者が長い間親しんできた、マニュアル化された既存の技術のみでは対応が難しいことは明らかであろう。異なった分野からの知識が必要となったのである。異分野間での相互理解が必要となった。技術者集団も、またそれを支援する学会も、知らず知らずのうちに「技術上の隠語」を使ったり、あるいは異分野の人々には理解不能な言葉を使用することが当然となって、互いの相互理解ができなくなりつつある。流域全体の話をするには、今一度それぞれの敷居を下げて、率直に話し合う場が必要であろう。その中では、工学的な話も、民族学的な話も興味のある限り自由に話しあうことが必要である。そして「素人っぽい質問だからくだらない」、と言わずにそうした議論の中から相互理解を進め、新しい方向性を見いだす努力が必要である。そうして始めて地域の歴史・文化に配慮した事業も可能になろう」と率直な問題提起を行い、さらに“新しい学会に寄せる想

い”と題して印象的なメッセージを残しているので以下にその一断面を紹介しよう。

●専門家と市民

我が国では、いわゆる専門家として呼ばれる学者・研究者がおり、これらの専門家は研究論文を書くことを生業としてきている。しかし複雑化し、多様化した現在の世の中では、先端論文は一般の技術者が理解できないほどに先端的となっている。それでいて現場や一般市民の間では、比較的単純なことさえ理解が進んでいないという事態が起こっている。このため、仮に新しいアイデアが創造されたとしても、その新しいアイデアが広がらないことになる。これまた行きすぎた分業化の結果の一部であろう。こういう状態は、従来型の研究者の活動に再考を促しているように思われる。市民も行政の批判をするのみではなく、理解の進んだ市民から行政に逆に提案を行うことができるような雰囲気が必要であり、そのためには緩い連合体として、流域全体のことに関心がある人々の知識レベルを向上させる場が必要である。このためにいわゆる専門家と言われる人々も、市民との連携に努力する必要があるだろう。

●難しい話はやめて皆で現地へ行こう!

色々難しい話をしたが、現地の流域を多くの人々と見に出かけよう。巡検は本来楽しいものである。楽しくなければ長続きしない。そこでは、それぞれ知識のある人々が観察結果などを多くの人々に披露し、それをもとに考えるのである。このように実物を目の前にして議論を行えば、新しい認識や多くの発見が得られるとともに、相互理解が進むであろう。(平成13年2月8日)

さて、土佐を脱藩して日本を変えた坂本竜馬は、九州を舞台に薩長同盟にこぎつけて世界に通用する新しい近代国家日本を産み出す先導的な役割を果たすことが出来たと評されている。不知火海・球磨川流域圏学会の誕生が、四万十川(土佐)から球磨川(九州)、そして世界へと飛躍的に展開するきっかけとなることを心から期待してエールを贈りたい。

論 文

<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*

A short review of the fish impacts on ecosystems and water quality of lakes in consideration of the demerits of fish releases into the water bodies

Takayuki HANAZATO*

* Research and Education Center for Inland Water Environment, Shinshu University, 5-2-4 Kogandori, Suwa 392-0027, Japan,

1. はじめに

海に囲まれた島国に住む日本人の食生活における魚の存在は大きい。海産魚だけでなく淡水魚も主要な食材として利用されてきた。そのため漁業が発展し、さまざまな漁法が生み出されてきた。ところが、食材としての魚の需要が大きくなるにつれ、有用な魚の仔稚魚を人為的に殖やし、それを自然の水域に放流するようになった。また、それまでその水域に生息していなかった魚種を、他の水域から採集してきて放流し、人為的に有用魚種の分布の拡大を図ってきた。その中には、ニジマス、シナノユキマス、ペヘレイなど、それまで日本に生息していなかった外来種も含まれている^{1,2,3)}。また、今では日本全国に広まって生態系を攪乱するとして大きな問題となっている魚食魚ブラックバスも、当初は食用目的でアメリカから持ち込まれたものである³⁾。

このような歴史を持つからであろう。日本人は、漁業関係者だけでなく、一般市民も魚の放流という行為を“よいこと”として何のためらいもなく行ってきた。しかし、この行為は大きな危険性をはらんでいるものであり、それを行うには十分な注意が必要であることを私は訴えたい。なぜなら、魚の放流は水域の生態系に大きな影響を与える可能性があるからである。

湖沼環境は閉鎖性が高い。そこに生息する生物の多くは、捕食者や競争者が増えたり水温や pH などといった非生物的環境が不適になったからといって、そこから逃げ出すことができない。そのため、生態系における生物間の関係や水質が変化すると、それに伴って生物群集が容易に変化する。したがって、湖沼は魚と生態系および水質との関わりを調べやすい場所であると言える。そこで、湖を例として、生態系に及ぼす魚の放流の影響について考える。

2. 湖の生態系における魚の役割とその影響

魚の食性はさまざまである。動物プランクトンや底生動物などの比較的小型の無脊椎動物を食べるもの、植物プランクトンや水草などの植物を食べるもの、また他の魚を捕食するものもいる。しかし、食性の異なる魚も、そのほとんどは幼魚や稚仔魚の時代に動物プランクトンを主食としている。したがって、動物プランクトンは魚

類にとって大変重要な餌資源であり、それだけに動物プランクトンの個体群や群集は魚の影響を強く受けている。

魚が湖で増えると、その捕食影響で動物プランクトン群集が大きく変化する。このことは今ではプランクトン生態学者の間では常識である。

このことを最初に説いたのは Brooks and Dodson⁴⁾である。彼らは 1964 年にアメリカ北東部にある複数の湖沼の動物プランクトン群集を調べ、おもしろいことに気がついた。クリスタル湖(Crystal Lake)の動物プランクトン群集が 1942 年の調査で報告されていたものと大きく異なっていたのだ(表 1)。彼らが調べたときには、ゾウミジンコ(*Bosmina longirostris*: 体長約 0.3mm)やヒメケンミジンコ(*Tropocyclops prasinus*: 体長約 0.5mm)などの小型種が優占していた。一方、1942 年には体長が 2mm に達するダフニア(*Daphnia*)属ミジンコのカブトミジンコ(*Daphnia galeata*)や体長約 2mm のヒゲナガケンミジンコの仲間、さらには体長が 5mm の捕食性ミジンコ、ノロ(*Leptodora kindtii*)もいたのである。すなわち、1942 年には大型の動物プランクトン種が優占していたが、1964 年には、それらの種のほとんどが姿を消し、小型の動物プランクトン種中心の群集に代わっていたのである。

Brooks と Dodson は動物プランクトン群集組成が大きく変化した要因について検討し、1942 年と 1964 年の間にこの湖に侵入して個体数を増したアレワイフと呼ばれるニシン科の食用魚(*Alosa aestivalis*)の働きに注目した。そして、この魚が選択的に大型の動物プランクトンを捕食することによって湖から大型種を駆逐してしまい、それに代わって魚に食われにくい小型動物プランクトン種が優占するようになったと説明した。

また、他の湖沼の動物プランクトン群集が明瞭な二つのグループに分けられることも見いだした(表 1)。一つは 1942 年のクリスタル湖と同じ大型種が優占する群集で、もう一つは 1964 年のクリスタル湖と同様の小型種が優占しているものである。そして、前者のグループの湖にはアレワイフが生息していなかったが、後者のグループの湖にはその魚が多く生息していることに気がついた。

湖沼間の比較でも、魚の存在が動物プランクトン群集の種組成を決める大きな要因であることが明らかになったのである。

プランクトンを餌とする魚は、より大きな動物プランクトン種を選択的に食べることで、そしてその捕食圧は時

* 信州大学山地水環境教育研究センター 〒392-0027 諏訪市湖岸通り 5-2-4

表1 魚(アレワイフ)が生息する、または生息しない9湖沼における甲殻動物プランクトン(ミジンコ類、カイアシ類およびワムシ類(*Asplanchna*))の相対頻度(%). C, Cede Pond; BA, Bashan Lake; BE, Beach Pond; G, Lake Gaillard; L, Linsley Pond; A, Amos Lake; Q, Lake Quonipaug; R, Rogers Lake. (Brooks and Dodson(1965)⁹⁾より改変)
それぞれのグループで、上から下に、大型種から小型種へと体長に応じて並べてある。
*は、存在していたが相対頻度が4.5%以下だった種を示す。

湖	C	BA	BE	G	Crystal Lake		L	A	Q	R
					1942年	1964年				
魚(アレワイフ)の存在	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○
ミジンコ類										
<i>Leptodora kindtii</i>		*			*					
<i>Holopedium</i> spp.		*	6			*				5
<i>Diaphanosoma</i> spp.		*		*	5		*		*	
<i>Daphnia galeata</i>	59									
<i>Daphnia catawba</i>			7	11	14					
<i>Ceriodaphnia lacustris</i>						*	*	*	43	*
<i>Bosmina coregoni</i>			*	13						
<i>Bosmina tubicens</i>			*							5
<i>Bosmina longirostris</i>	*					34	39	44	16	10
カイアシ類										
<i>Epischura nordenskioldi</i>		*	*	*	*					
<i>Diaptomus minutus</i>		84	76		52					
<i>Diaptomus pygmaeus</i>	*			50	*		*	6	*	5
<i>Mesocyclops edax</i>	21			20						
<i>Cyclops bicuspidatus</i>	*						34			35
<i>Tropocyclops prasinus</i>						29	*	11	9	20
<i>Orthocyclops modestus</i>									16	
Nauplii	11	13	10	12	11	28	7	30	8	18
ワムシ類										
<i>Asplanchna priodonta</i>							*	17	6	*

として餌生物種を湖から駆逐するのに充分な強さを持っていることが、その後の多くの研究から明らかになった。すなわち、Brooks and Dodson⁹⁾の考えが、その後の研究によって確かめられたのである^{5,6,7)}。

この話をすると、疑いの声をあげる人がいる。多くの魚の繁殖期は一年に一度だけであるが、湖の主要な動物プランクトンであるミジンコは単為生殖を行っており、魚より遙かに高い増殖速度を持っている。そのミジンコを魚が食いつくはずがない、というわけだ。しかし、これは誤った考えである。まず、ミジンコに対する魚の捕食速度は極めて速い。大量の大型ミジンコ(ダフニア)を入れた水槽に魚を1個体入れると、その魚は狂ったようにミジンコを食べ始め、短時間の内にミジンコを食べ尽くしてしまう。また、大型のミジンコ種が多く生息する湖に魚が侵入した場合、その魚の個体群は1年間ではミジンコを食い尽くすことができないかもしれない。ところが、餌が多ければ年々魚の個体数が増え、ミジンコ個体群全体に強い影響を与えることができる大きさの個体群にまで成長するだろう。もし、魚が大型ミジンコ種しか餌にしていなるとすると、そのミジンコ種が減れば魚は腹を空かせて減少することになる。しかし、魚はミジンコの他にもさまざまな動物を餌にするため、好ましい餌生物が減っても、ある程度の大きさの個体群を維持することができる。そうすれば、ミジンコ種

に徹底的なダメージを与えることが可能になると考えられる。

3. 水質に及ぼす魚の影響

湖は淡水の貯蔵庫として重要な役割を果たしている。しかし、1960~1970年代に多くの湖が富栄養化し、水質汚濁問題を抱えるようになった。その問題の解決のため、さまざまな対策がとられてきたが、それが顕著に功を奏している湖は少ない。これまでの対策は、水質を汚濁させる植物プランクトンの増殖を抑えるために、そのいわば餌となる栄養塩の湖への流入を抑えるものである。その典型的なものが下水処理場の建設である。

これに対し、最近全く新しい視点から水質浄化方法が考案され、それが欧米の湖沼で試されている。この方法は、積極的に生態系に手を加え、植物プランクトンが増えにくい生態系構造をつくるというものである。

ここで重要な役割を果たすのが大型ミジンコ属のダフニアである。この属のミジンコ種は、小型から比較的大型のものまで広いサイズ範囲の植物プランクトン種を効率よく摂食するため、植物プランクトンの天敵といえることができる。多くの湖で、このミジンコが増えたときに植物プランクトン量が減って湖水の透明度が大きく上昇する現象が観察されている。

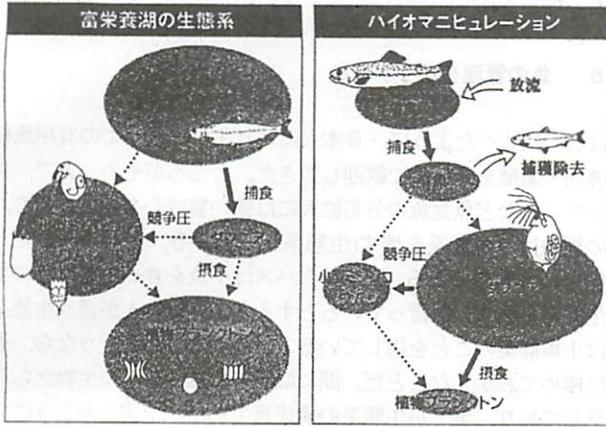


図1 バイオマニピュレーションによる湖沼生態系構造の変化(花里¹⁵⁾より転載)

左は通常の富栄養湖の生態系。魚が多いため大型ミジンコのダフニアが少なく小型ミジンコやワムシが多い。そして植物プランクトンも多い。右はバイオマニピュレーションによって変化した生態系。魚を減らした結果、ダフニアが増え、植物プランクトンが減る。太い矢印は影響が強いことを、点線の矢印は影響が弱いことを示す。

ところが、水質汚濁問題を抱えている富栄養湖にはこのダフニアが少ない。なぜ富栄養湖では少ないのか。それは魚が多いためと考えられている。一般的に富栄養湖には魚が多い。湖が富栄養化すると植物プランクトンの生産量が増すため、それに伴って動物も増えるからである。すなわち魚も増えるのである。したがって、富栄養湖でダフニアを増やすには、それを好んで捕食している魚を減らす必要があるということになる。

そこで、積極的に魚を減らす試みがなされるようになった。すなわち、動物プランクトンを食べる魚を減らしてダフニアを増やし、それにより植物プランクトン量を減らして水質浄化を図るというものである。これをバイオマニピュレーション(Bio-manipulation)と呼んでいる(図1)。これを行っている湖では、魚を捕食する魚食魚の放流や積極的な漁獲によって魚を減らしており、多くの湖で水質浄化の効果が認められている⁸⁾。

日本の湖では長野県白樺湖で初めてバイオマニピュレーションが行われた⁹⁾。そこではワカサギを減らすために魚食性のニジマスが放流された。その結果、ワカサギが減り、それまで小型のゾウミジンコやワムシ類(体長0.1~0.2mm)が優占していた動物プランクトン群集が、大型ミジンコ種のカプトミジンコが優占するものに代わった。そして、それまでおよそ2m程度であった透明度が、最大で4.58mにまで上昇したのである。

実は、このバイオマニピュレーションと同じことが自然の環境下でもしばしば起きているのである。

アメリカのメンドータ湖では、熱波の襲来によって湖の水温が上がり、そこに生息していた冷水性の魚が大量に死ぬという事件が起きた。その結果、大型のダフニアが増えて植物プランクトン量が著しく低下した¹⁰⁾。カナダにある浅いセバーソン湖では、冬に厳しい寒波に襲われ、長期間湖面が氷と雪に覆われた。そして、湖水中の酸素がなくなって魚が全滅した。すると、春になって大型のダフニアが突如現れ、夏にはそれまで1m程度しかなかった透明度が5mを超え、船上から湖底が見えるようになった¹¹⁾。

これらのことから、魚は食物連鎖を介してプランクトン群集を変え、湖の水質汚濁を助長していることが理解できる。

ところで、湖水を汚濁させる魚はミジンコを好んで捕食する魚(プランクトン食魚)ばかりではない。コイのような底生魚も水質を汚す働きを持っている。むしろその働きはプランクトン食魚よりも大きいと考えられている。

筆者らは城址公園にあるお堀の水質浄化のため、ある実験を行った¹²⁾。お堀の水深は約90cmあり、一端から水が流れ込んでもう一端に設けられた排水溝に向かってゆっくりと流れている。そのお堀を半分仕切り、上流側の魚(コイ、フナ、モツゴなど)を捕獲して減らした。すると、それだけでお堀の透視度が大きく上昇し、それまで全く見えなかった底が見えるようになった。

水中の全リン濃度を調べたところ、魚を減らした水域では濃度が下がり、その水が流れ込んでいる下流側の魚の多い水域では高い濃度が維持されていた。このことは、魚の多い下流側では、リンが上流から運ばれるもの他にどこかから供給されていたことを意味している。水は上流側の魚を減らした区域からしか入っていないので、下流側で増加したリンは底泥から溶出してきたものとし考えられない。

それを確かめるため、容量1トンの水槽に湖の底泥を入れてコイを放したところ、高い速度でリンの水中への溶出が観察された。お堀で底泥からのリンの溶出を引き起こしていた犯人はコイなどの魚であったのだ。

これらの魚は底泥中の生物を捕食するために頻りに底泥を攪拌している。また、そこに生息している動物(ユスリカ幼虫、イトミミズ、貝など)を捕食して未消化排泄物を放出している。これらの行為が水中のリン濃度を上げ、水質を汚濁させる植物プランクトンを増やすことになっていると考えられる。

水中のリンの動態におけるこの底生魚の働きは、お堀だけでなく湖でも大きいに違いない。特に浅い湖では、湖底が多く魚たちの生息場に利用されているため、その影響は強いだろう。

ノルウェーのGjersjoen湖で底生魚 roach (*Rutilus rutilus*)による湖底からのリンの溶出量が推定された。その結果、夏の間、その量は湖外から湖内に流入してくるリンの量(外部負荷量)の4倍にも達していることが示された¹³⁾。

湖の水質汚濁原因を調べるために、栄養塩の外部負荷量と内部負荷量(湖底からの栄養塩の溶出量)の推定がなされる。この内部負荷量の推定では、湖底泥を攪乱しないように筒を用いて柱状に採集し、その表面を嫌氣的にした後で、リンの溶出量が測られる。しかし、この方法による内部負荷量の推定には極めて大きな問題がある。それはリンの内部負荷に対する底生魚の寄与を無視しているからである。すなわち、底生魚が多く生息する浅い湖では、これまでの推定方法では実際の内部負荷量をかなり過小評価している可能性が高いといえるだろう。

このようなことを言うと、「そんなはずはない。魚は汚れた水を好まず清潔な水を望んでいる。」と主張する人がいるかもしれない。しかし、よく考えてみるとそれがおかしいことに気がつくだろう。

まず、湖の水が清潔であるということは、水中には光の透過を妨げる粒子、すなわち植物プランクトンがほとんどないということになる。植物プランクトンが少ないということは、それを食べるミジンコなどの植食性動物が少ないことになり、魚にとっての餌が乏しいことになる。魚はそのような環境を望んでいるのだろうか。

澄んだ湖では魚影がよく見える。そこで小魚たちを見つけると、彼らの多くは石の陰や岸の植物の陰に隠れるようにしている。恐らく、彼らは空から襲ってくる鳥に見つからないようにしている

のだろう。それならば、水が濁っている富栄養湖の方が彼らには落ち着いていられるのではないだろうか。

魚が水質汚濁の進んだ湖を望んでいないという見方は、魚が酸素欠乏によって死ぬという考えから来ているのかもしれない。確かに汚濁の進んだ湖では、湖底付近の暗い深水層で分解が卓越し、水中の酸素濃度が大きく低下する。これが湖底に生息している貝などの生物を殺すことになる。しかし、湖水全体が酸欠状態になるのではない。表層では大量に増えた植物プランクトンが活発に光合成をして酸素を放出する結果、溶存酸素量は過飽和状態にすらなっている。したがって、魚が表層に留まっていれば決して酸欠になどならない。

このように考えると、水質汚濁を助長させる魚達の行為は、彼らにとってむしろ適応的なことのように思われる。

4. 魚の放流の問題

冒頭に述べたように、日本人は多くの水域で積極的に魚の放流を行ってきた。その魚の多くはワカサギのようなプランクトンを食べる種、またはコイやフナのような底生魚である。これらは水質汚濁を助長する魚たちである。放流はその水域に有用魚種を殖やして食糧資源を確保し、人間に対して大きな利益を与えてきた。しかし、これまで気がつかなかったが、その放流には水質を汚濁させるという不利益も伴っていたのである。

魚を放流した後に捕獲する漁業は水質浄化に貢献していると考えている人がいる。彼らの主張は、稚魚で放流し、大きく育った魚を捕獲しているのだから、魚が成長に伴って体に取り込んだリンや窒素を湖内から取り去ることになり、その分植物プランクトンの生産(すなわち有機物生産)を抑えている、というのである。確かに魚の捕獲は湖内からリンや窒素を除去することになるという考えは正しい。しかし、先に述べたように、魚は生態系構造を変え、また湖底からの栄養塩の溶出を促進させることで水を汚す効果を持ち、その方が漁獲による水質浄化効果よりも大きいのである。

魚の少なかった湖で、新たに侵入した魚が湖内で繁殖した結果水質汚濁が進んだり(この場合、侵入した魚によって湖内に持ち込まれたリンや窒素量は極めて少ないと考えられる)、魚が湖外に取り去られなくても、湖内で死滅すると湖水が澄むという現象が頻繁に見られていることから、それは確かであろう。

一方で、近年では水質汚濁問題だけでなく、水域での多様性の維持や生態系保全の重要性が叫ばれるようになってきた。これに対しても魚の放流(漁業活動による有用魚種の放流も含む)は大きな問題を起こしている可能性がある。先に述べたように、魚は動物プランクトン群集の組成に大きな影響を与えているのである。

湖の生物多様性の問題を挙げると、一般の人々は魚や水生昆虫、さらには水草のことを考え、肉眼ではほとんど見えないプランクトンのことは考えていないように思われる。ところが、バイオマニピュレーションの試みが示したように、動物プランクトン群集の種組成が変化すると植物プランクトン量が大きく変わり、湖の水質に影響が及ぶ。このことは、プランクトンが湖の生態系の中で極めて大きな役割を担っていること示している。したがって、プランクトン群集を大きく変えてしまう魚の放流は、湖沼生態系を攪乱する大きな要因であるといえよう。

魚の放流にはもう一つ問題がある。それは、ある水域で捕獲した魚を別の水域に持って行って放流すると、ときとして意図しない生物までも魚と一緒に運んでしまうということである。

近年、多くの湖で外来性水草のコカナダモが繁茂し、在来水草種を駆逐してしまうという問題を起こしている。コカナダモの

分布拡大には、魚の放流に伴うこの水草の非意図的な運び込みが原因だとされている¹⁹⁾。

5. 魚の管理をどうするか

はじめに述べたように、日本人はこれまで、湖沼での有用魚種の導入・繁殖を手放して歓迎してきた。ところがその一方で、ブラックバスなど魚食魚の分布拡大には強い警戒心を示している。その理由は「生態系を壊す(生態系を攪乱する、と言う方が正しい)」というものである。ブラックバスは小魚を食べてしまうので「生態系を壊す」と言っているとすると、多くの人が言う生態系とは小魚群集のことを指していることになる。もしそうなら、それは極めておかしなことだ。湖には魚の他にも無数の生物たちが生息しており、全てが生態系の構成員である。上述したように、人間の目にはとまらぬくらい小さな動物プランクトン群集に強い影響を与える小魚も、生態系を大きく攪乱しているといえるのである。すなわち、日本人が湖沼での繁殖を歓迎してきたワカサギなどの小魚も、ブラックバスと同様に湖沼生態系に大きな影響を与える存在なのだ。したがって、その点では小魚の放流もブラックバスの放流と同様に問題があるといえるだろう。

ただし、小魚(有用魚)の放流は、漁業という経済活動に必要な行為であり、人間社会に利益をもたらす。そのため、私は漁業目的の魚の放流はやめるべきだと言うつもりはない。しかしながら、これまで人間に利益だけを与えると考えられてきた小魚達が、湖の生態系を攪乱して水質も変え、人間社会にときとしてマイナスの影響をも及ぼすことを認識しておく必要があると考える。したがって、漁業目的であっても、新たな魚種の導入は、その水域への影響をきちんと評価し、人間社会へのプラス影響とマイナス影響を考え、総合的な視点から慎重に行うべきであろう。

以上、湖を例に魚の放流の問題を考えてきた。しかし、これは湖だけの問題ではない。魚の放流は河川でも盛んに行われており、河川の生態系や水質に対しても影響を与えている可能性がある。

21世紀は水の世紀と呼ばれており、良好な質の淡水資源の確保が大きな課題と考えられるようになった。これまで、多くの湖沼や河川の魚群集の管理は、最大の漁獲量を得ることを目的として行われてきた。ところが、魚を増やすことは水質に悪影響を与える可能性がある。したがって、今後はある程度良好な水環境と共存することを考えた魚の管理のしかたを考えていく必要があるだろう。

(原稿受付 2005年10月4日)

(原稿受理 2005年12月20日)

引用文献

- 1) 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦(編)(1980)日本の淡水生物: 侵略と攪乱の生態学, 220pp, 東海大学出版会, 東京.
- 2) 川那部浩哉・水野信彦(1989)山溪カラー名鑑: 日本の淡水魚, 720pp, 山と溪谷社, 東京.
- 3) 佐久間功・宮本拓海(2005)外来水生生物事典, 206pp, 柏書房, 東京.
- 4) Brooks, J.L. and Dodson, S.I. (1965) Predation, body size and composition of plankton, *Science*, 50, 28-35.
- 5) Hall, D.J., S.T. Threlkeld and C.W. Burns (1976) The size-efficiency hypothesis and the size structure of zooplankton communities, *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 7, 177-208.
- 6) Lazzaro, X. (1987) A review of planktivorous fishes: Their evolution,

- feeding behaviours, selectivities, and impacts, *Hydrobiologia*, 146, 97-167.
- 7) Gliwicz, Z.M. (1990) Food thresholds and body size in cladocerans, *Nature*, 343, 638-640.
- 8) Drenner, R.W. and K.D. Hambrecht (1999) Review: Biomanipulation of fish assemblages as a lake restoration technique, *Arch. Hydrobiol.*, 146, 129-165.
- 9) 花里孝幸 (2005) 魚群集を制御して湖沼水質を改善する, *環境研究*, 137, 112-119.
- 10) Vanni, M.J., C. Luecke, J.F. Kitchell, Y. Allen, J. Temte and J.J. Magnuson (1990) Effects of lower trophic levels of massive fish mortality, *Nature*, 344, 333-335.
- 11) Schindler, D.W. and G.W. Comita (1972) The dependence of primary production upon physical and chemical factors in a small, senescing lake, including the effects of complete winter oxygen depletion, *Arch. Hydrobiol.*, 69, 413-451.
- 12) 花里孝幸 (2002) 公園池の水質保全のための新たな考え, *緑の読本シリーズ* 62, 76-81.
- 13) Brabrand, A., Faafeng, B.A. and Nilssen, J.P.M. (1990) Relative importance of phosphorus supply to phytoplankton production: fish excretion versus external loading, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47, 364-372.
- 14) 大滝末男 (1993) 水草の観察と研究, *グリーンブックス* 10, pp.139, ニューサイエンス社, 東京.
- 15) 花里孝幸 (2002) 魚が湖の水質を変える: 食物連鎖を介した魚の影響, *FRONT* 2002年10月号, 52-53.

<論 文>

日本における豪雨規模の経年変化

足立 真吾* 松田 誠祐** 大年 邦雄***

Long-term Trend for the Scale of Heavy Rainfalls in Japan

Shingo ADACHI*, Seisuke MATSUDA** and Kunio OHTOSHI***

*The United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University (3-5-7 Tarumi, Matsuyama 790-8566)

**Professor Emeritus, Kochi University (B200, Monobe, Nankoku 783-8502)

***Faculty of Agriculture, Kochi University (B200, Monobe, Nankoku 783-8502)

Abstract

Recently, it seems that floods are occurring more frequently over the world. It has been suggested that global warming is one of the causes of frequent heavy rainfalls. However, long-term precipitation trends are not yet sufficiently understood. Using an index for the joint scale of heavy rainfall which the authors proposed, this paper examined the long-term trend for the joint scale of heavy rainfalls, and compared estimated indices with recent occurrences of heavy rainfall in different regions. The index applied was the product of the normal value corresponding to the joint probabilities of exceedance for 24-hour and 1-hour precipitation and the amount of 10-day precipitation. The following was ascertained from the results: 1) The average value of indices estimated for the top 10 AMeDAS hourly precipitation data in Japan for each year from 1976 to 2004 is increasing; 2) Recent heavy rainfalls are revising the maximum values for indices for each prefecture which had been derived from the AMeDAS hourly precipitation data from 1976 to 1997; and 3) The heavy rainfalls accompanying each typhoon in 2004 were of a larger scale than historical heavy rainfalls, and the index for the heavy rainfall that occurred in Tokushima Prefecture during typhoon No. 10 indicated the greatest maximum value ever.

Key words : Long-term precipitation trend, Heavy rainfall, Ground Weather Observation precipitation data, AMeDAS precipitation data

1. はじめに

最近、世界の各地で洪水が頻発している。日本でも 1998 年 8 月の栃木・福島豪雨、1998 年 9 月の高知豪雨、1999 年 6 月の福岡・広島豪雨、2000 年 9 月の東海豪雨、2003 年 7 月の九州豪雨、8 月の北海道豪雨、2004 年 7 月の新潟・福島豪雨、福井豪雨など、全国的に豪雨災害が頻発している。また、2004 年の 10 個の台風上陸は記録的であり、日本各地で豪雨災害が発生した。

このように頻発する豪雨の原因について、地球温暖化の影響があると言われている(磯辺, 2003)。IPCC の最近の報告(気象庁, 2001)によると、20 世紀後半、北半球中・高緯度域においては、大雨の発現頻度が 2~4%増加した可能性が高く、21 世紀後半までに降水量が増加する可能性が高

いとされている。一方、日本では、温暖化に伴って平均年降水量は減少傾向にあること(国土交通省, 2003)や年最大日降水量について値が大きくなっているのではないかと(近森・永井, 2003)という指摘がある。しかし、降水量に対しての長期的動向についてはまだ十分に解明されていない上、総降水量と時間降水量の両方をまとめて定量的に表す適当な指標、いわば結合規模の指標が見つからないなどの問題がある。

本研究の目的は、最近の日本における降水量データを用いて、短時間から長時間までの降水量、および著者らが提案している「豪雨の結合規模の指標」の経年的な変化を調べるとともに、最近の各地で発生している豪雨の規模を比較することである。

使用する降水量データは、気象庁の地上観測降水量(154 観測点, 1961~2004 年)、およびアメダス降水量(923 観測

*愛媛大学大学院連合農学研究科 〒790-8566 松山市樽見 3-5-7

**高知大学名誉教授 〒783-85026 南国市物部乙 200

***高知大学農学部 〒783-85026 南国市物部乙 200

点, 1976~2004年)である。ただし, それぞれの観測点において, 20年以上観測が継続しており, かつ欠測が1%未満である観測点の降水量を用いた。また, 豪雨データについては, 気象庁以外にも, 国土交通省, 都道府県, 市町村, 四国電力などの各種機関で観測されたデータを用いた。

2. 豪雨の結合規模を評価する指標について

各地で発生している豪雨の量はそれぞれ違っており, 単純には相互比較できない。そこで著者らは, 短時間, 中間時間および長時間降水量をまとめて表すため, 「豪雨の結合規模の指標」として「24時間降水量と1時間降水量の結合無次元再現期間に対応する正規値(正規変換変量をこのように略称する)と10日降水量の積」を提案している(松田・足立, 2005)。ここでは, 重複になるが, 豪雨の結合規模の指標 ($\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$) の計算方法, およびこの指標を用いて各豪雨の規模を比較する方法について簡単に述べる。

2.1 豪雨の結合規模の指標の計算方法

著者らは, 降水量の超過確率を推定する方法について, 降水の時間集中度の結合確率分布モデルによる方法を用いている。詳しい解析法は文献(松田ら, 2004)を参照されたい。

確率単位時間降水量推定式として式(1)を用いる。

$$\log(\xi R_1) = (m+1)\log(R_T) + n \quad (1)$$

ここに, R_1 は単位時間 Δt の降水量。 R_T は代表時間 T の降水量。 $(m+1)$ と n は正規値 ξ の関数であり, 以下のように与えられている。

【 $\Delta t=1\text{hour}, T=24$ 】の場合:

$$-2.185 \leq \xi \leq 0$$

$$(m+1) = -0.0197 \xi^2 - 0.1348 \xi + 0.7543 \quad (2.1)$$

$$n = 0.0794 \xi^2 + 0.5586 \xi - 0.2595 \quad (3.1)$$

$$0 \leq \xi \leq 2.185$$

$$(m+1) = 0.0218 \xi^2 - 0.144 \xi + 0.7543 \quad (2.2)$$

$$n = -0.0474 \xi^2 + 0.594 \xi - 0.2595 \quad (3.2)$$

【 $\Delta t=24\text{hour}, T=10$ 】の場合:

$$-2.185 \leq \xi \leq 2.185$$

$$(m+1) = 0.0013 \xi^2 - 0.0518 \xi + 0.8729 \quad (4)$$

$$n = 0.0108 \xi^2 + 0.3356 \xi - 0.0304 \quad (5)$$

式(1)は正規値 ξ および R_T の関数となっているので, それらを指定することによって任意の R_1 を模擬発生させることが可能である。著者らは, 10日降水量(以下, R_{10d})を仮定し, (0~1)一様乱数を用いて24時間降水量(以下, R_{24h})と1時間降水量(以下, R_{1h})を模擬発生させ, R_{24h} と R_{1h} の結合超過確率を推定した。また両者の結合無次元再現期間は式(6)で与えられる(松田ら, 2004)。

$$\frac{1}{W(R_{24h} \cap R_{1h})} = T(R_{24h} \cap R_{1h}) = T(R_{24h})T(R_{1h})^\beta \quad (6)$$

ここに, $W(R_{24h} \cap R_{1h})$ は R_{24h} と R_{1h} の結合超過確率, $T(R_{24h} \cap R_{1h})$ は $W(R_{24h} \cap R_{1h})$ に対応する結合無次元再現期間, $T(R_{1h})$ は R_{1h} の無次元再現期間, $T(R_{24h})$ は R_{24h} の無次元再現期間。 β は数値実験的に定められる係数。ただし, 厳密には $W(R_{24h}$

$\cap R_{1h})$, $T(R_{24h} \cap R_{1h})$, $T(R_{24h})$ および $T(R_{1h})$ は $W(R_{24h} \cap R_{1h} | R_{10d})$, $T(R_{24h} \cap R_{1h} | R_{10d})$, $T(R_{24h} | R_{10d})$ および $T(R_{1h} | R_{24h})$ のように記すべきであるが, 条件付の部分を省略している。

その後著者らは数多くの数値実験を行い, その都度数値実験を行わなくても結合超過確率が計算できるように β の実用推定式を作成した(松田・足立, 2005)。実用推定式は, $R_{10d}=200\text{mm}, 400\text{mm}, 800\text{mm}, 1600\text{mm}$ に対する平均的な推定式 β_m を作成した後, R_{10d} の違いなどによる修正を加えて導かれている。

$$\beta = \beta_m \times (1 + \Delta \beta) \quad (7)$$

$$\beta_m = a_1 \xi_{1h}^2 + a_2 \xi_{24h} + a_3 \quad (8)$$

$$a_1 = 0.0075 \xi_{24h}^2 - 0.0104 \xi_{24h} - 0.0354 \quad (9.1)$$

$$a_2 = 0.2007 \quad (9.2)$$

$$a_3 = -0.0171 \xi_{24h}^2 + 0.1678 \xi_{24h} + 0.5015 \quad (9.3)$$

$$\Delta \beta = \left\{ -0.0123 \xi_{24h} - 0.0823 \right\} \times \left\{ \log(R_{10d}) - 2.7526 \right\} \times \exp \left\{ -(\xi_{1h} - 0.34)^2 \right\} \quad (\xi_{24h} \leq 0) \quad (10.1)$$

$$\Delta \beta = \left\{ -0.1309 \xi_{24h}^2 + 0.0379 \xi_{24h} - 0.0823 \right\} \times \left\{ \log(R_{10d}) - 2.7526 \right\} \times \exp \left\{ -(\xi_{1h} - 0.34)^2 \right\} \quad (\xi_{24h} \geq 0) \quad (10.2)$$

ここに, $0 \leq \beta \leq 1$ 。 ξ_{1h} および ξ_{24h} は, それぞれ $\Delta t=1\text{h}$, 代表時間 $T=24$, および $\Delta t=24\text{h}$, 代表時間 $T=10$ とした場合の, 式(1)から逆算される正規値。

上記の結果を用いて, $T(R_{24h} \cap R_{1h})$ に対応する正規値 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h})$ を求め, $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ を豪雨の結合規模の指標として計算する。

2.2 基準降水量から見た豪雨の結合規模の特性

さて, $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ が豪雨の結合規模の指標となることを示すため, 一定の1時間降水量(以下, 基準 R_{1h})が t 時間継続する豪雨を考える。基準 R_{1h} の t 時間倍($t \times$ 基準 R_{1h})を代表時間降水量 R_T とみなし, ($t \times$ 基準 R_{1h})と基準 R_{1h} の結合無次元再現期間を求め, それに対応する正規値 $\xi(t \times$ 基準 $R_{1h} \cap$ 基準 $R_{1h})$ を計算する。次に, それぞれの豪雨において観測された $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ を用いて式(11)を定義し, 等価率=1となる場合(その時の分子を結合規模の等価指標と呼ぶ)の継続時間 t を求めらる。

$$\text{等価率} = \frac{\xi(t \times \text{基準}R_{1h} \cap \text{基準}R_{1h}) \times (t \times \text{基準}R_{1h})}{\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}} \quad (11)$$

等価指標を構成する継続時間 t は, $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ と単調増加の関係を示すことが得られており(松田・足立, 2005), $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ が豪雨の結合規模の指標として適している結果が得られている。

3. 短時間および長時間降水量の経年変化について

降水量の経年的なトレンドについては、直線回帰式の傾きが正か負で増加と減少を単純に判定したもの（以下、CASE-I）と、その傾きについてt-検定を行い、トレンドの有無を有意水準5%で検定したもの（以下、CASE-II）について調べた。

Fig. 1, 2, 3は、それぞれ地上観測降水量から年降水量、夏期降水量（5～10月）および冬期降水量（11～4月）を求め

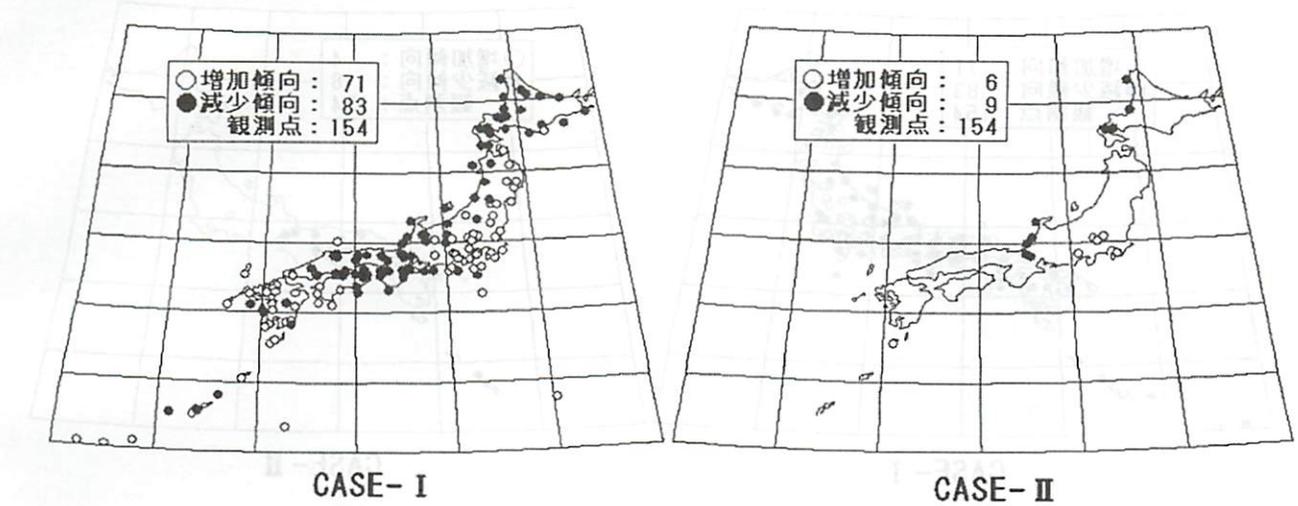


Fig. 1 年降水量の経年的トレンドの観測点別係数分布（地上観測降水量）

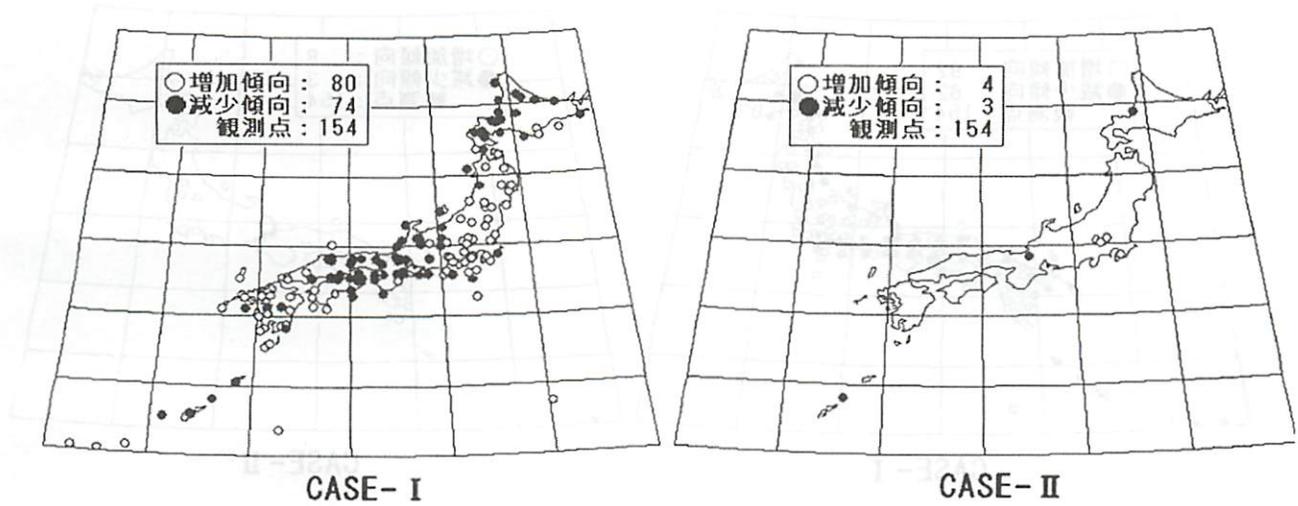


Fig. 2 夏期降水量（5～10月）の経年的トレンドの観測点別係数分布（地上観測降水量）

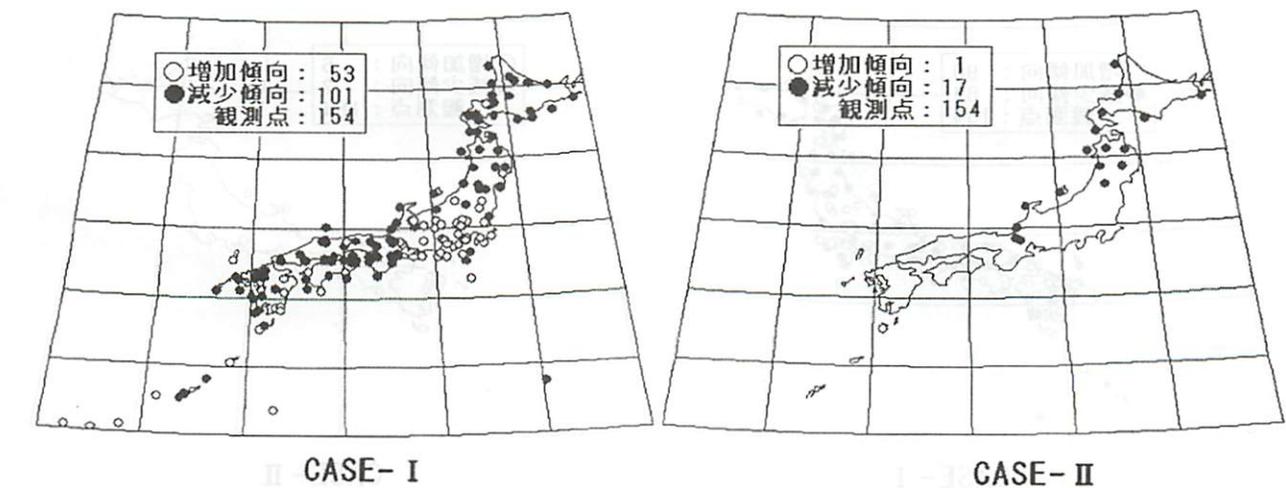


Fig. 3 冬期降水量（11～4月）の経年的トレンドの観測点別係数分布（地上観測降水量）

め、それぞれ観測点別に降水量の経年的トレンドの係数分布を示している（ただし、白丸は増加傾向、黒丸は減少傾向、CASE-IIについては有意性があったもののみを示す（以下、同様））。また、Fig. 4～Fig. 7は、それぞれ年最大10日、年

最大1日、年最大1時間および年最大10分降水量の経年的トレンドの係数分布を示している。

CASE-Iの場合、東北地方太平洋沿岸、関東地方および九州地方は、それぞれ年降水量、夏期降水量、年最大10日降

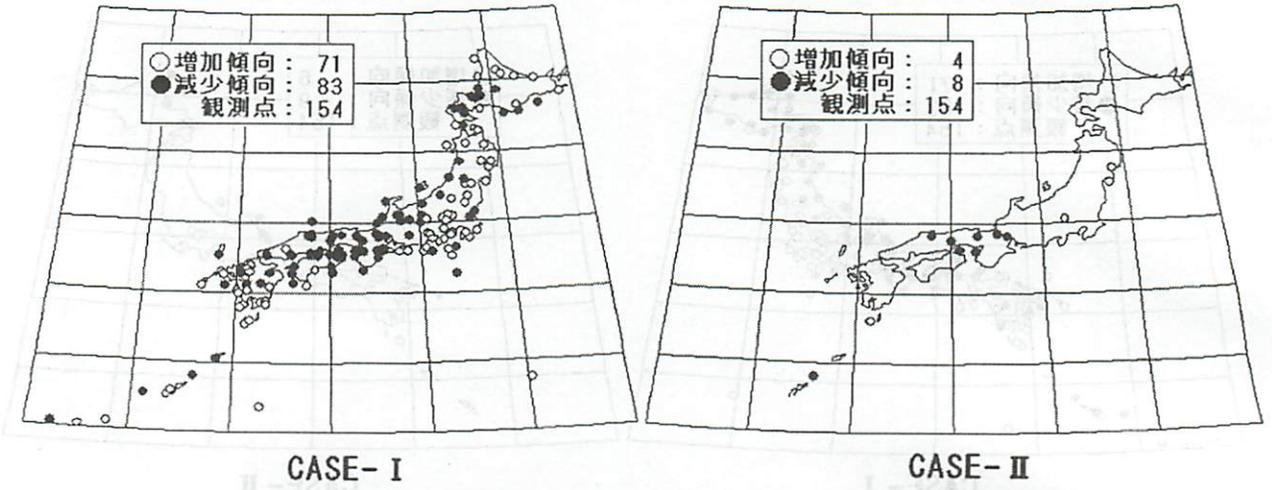


Fig. 4 年最大10日降水量の経年的トレンドの観測点別係数分布（地上観測降水量）

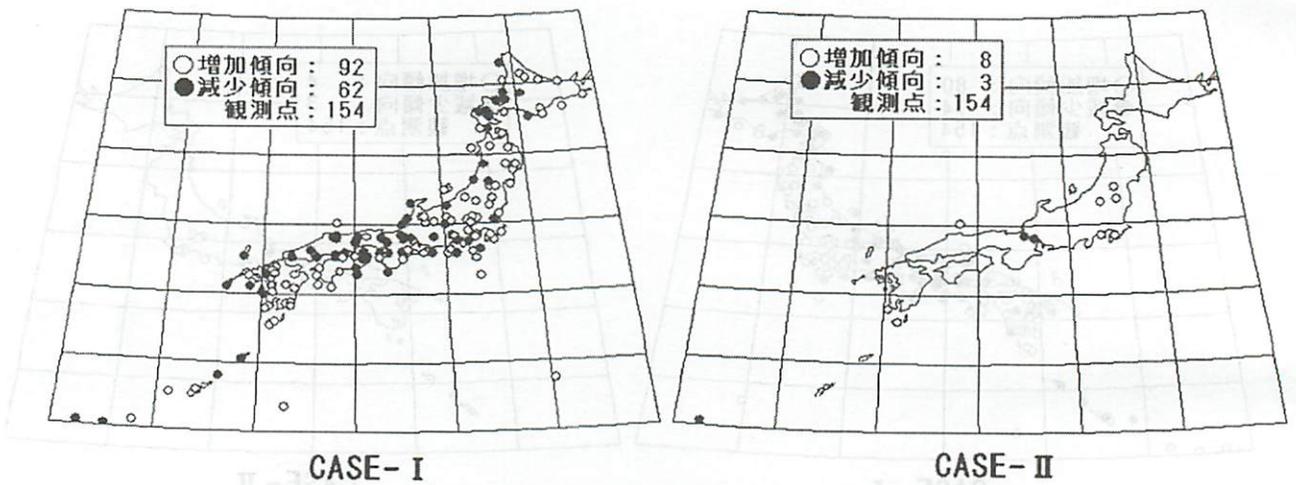


Fig. 5 年最大1日降水量の経年的トレンドの観測点別係数分布（地上観測降水量）

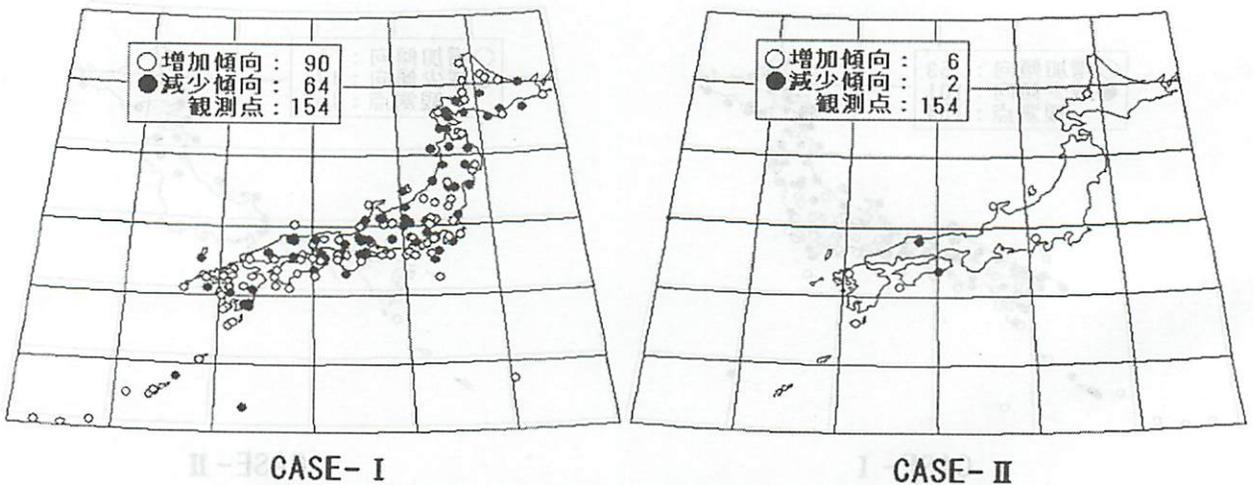


Fig. 6 年最大1時間降水量の経年的トレンドの観測点別係数分布（地上観測降水量）

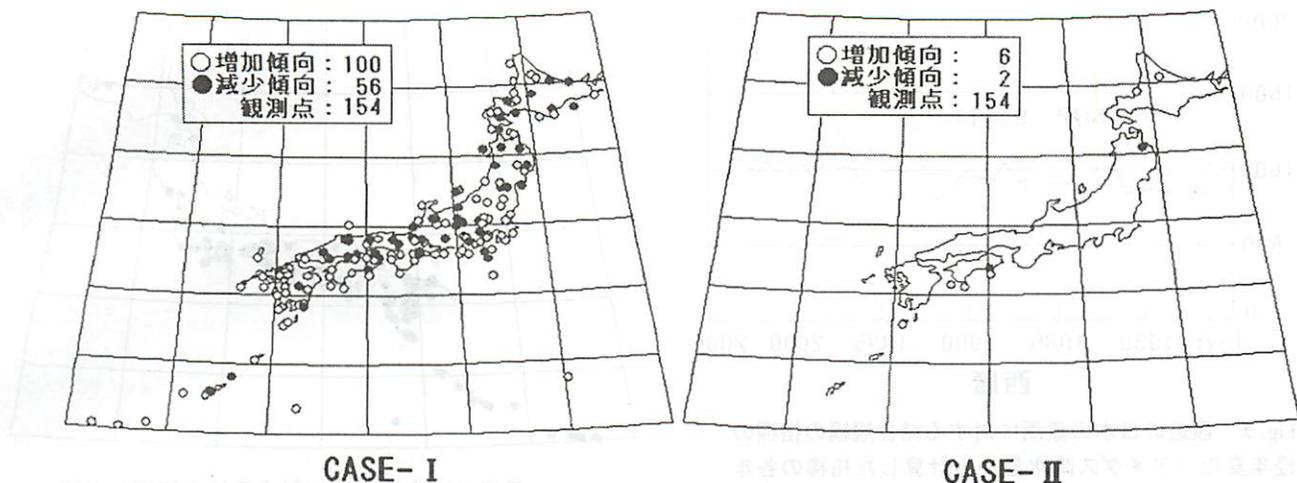


Fig. 7 年最大10分降水量の経年的トレンドの観測点別係数分布（地上観測降水量）

水量、年最大1日降水量について増加傾向にある。逆に、近畿地方および瀬戸内海沿岸のそれらはそれぞれ減少傾向にある。

CASE-IIの場合、有意性を示した観測点は少ないが、関東地方の年降水量、四国地方太平洋沿岸の年最大10分降水量が増加傾向であり、北海道・東北地方・北陸地方の年降水量と冬期降水量、瀬戸内海沿岸の年最大10分降水量が減少傾向であると判定された。

地上観測降水量は、減少傾向にある観測点が多く、平均的には減少傾向にあるが、増加傾向を示す地域もあると言えよう。夏期降水量は増加傾向の観測点が多く、逆に冬期降水量は減少傾向の観測点が多い。年最大10分降水量は減少傾向の観測点が多く、年最大1時間、年最大10分降水量など、短時間になると増加傾向の観測点が多かった。

4. 豪雨の結合規模の指標の経年変化について

日本全域の短時間から長時間までの降水量の経年的トレンドから、年降水量および年最大10分降水量は減少傾向で、逆に年最大1時間および年最大10分降水量は増加傾向を示すなど、降水量を測る時間の長さによってトレンドが異なる。そこで豪雨の結合規模の指標について経年的トレンドを調べる。

アメダス降水量を用いて豪雨の結合規模の年最大値 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ をそれぞれ観測点別に求め、経年的トレンドの係数分布を Fig. 8 に示した (Fig. 1~Fig. 7 と同様、CASE-I は検定無し、CASE-II は検定有り)。

CASE-I を見ると地域的な特徴は明瞭でないが、CASE-II から北海道中部・関東地方・中部地方・近畿地方の太平洋側は増加傾向にあり、全国的にも増加傾向にある観測点が多い。

Fig. 9 は、日本全域の $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ について大きい方から上位10位の平均値に対する経年変化を示している。全国的にみると、豪雨の結合規模は経年的に増加傾向にあり、有意水準5%で有意性を示した。Fig. 8 および Fig. 9 は、全国的に豪雨災害が発生しやすくなっていることを裏付けている。

また Fig. 10 は、 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ の各年上位10位に1回以上入った地点の分布であり、沖縄、九州、四国、関東地方の太平洋に面した地域に多く見られ、北海道を含む広い範囲に分布している。

日本の年平均降水量は減少傾向にあるとされているが、豪雨規模は増加傾向となった。Fig. 1 より年降水量は、154 観測点の内 83 観測点が減少傾向、71 観測点が増加傾向を示した。したがって算術平均的には日本の年降水量は減少傾向にあるように見える。しかし降水量には地域性があり、沖縄、

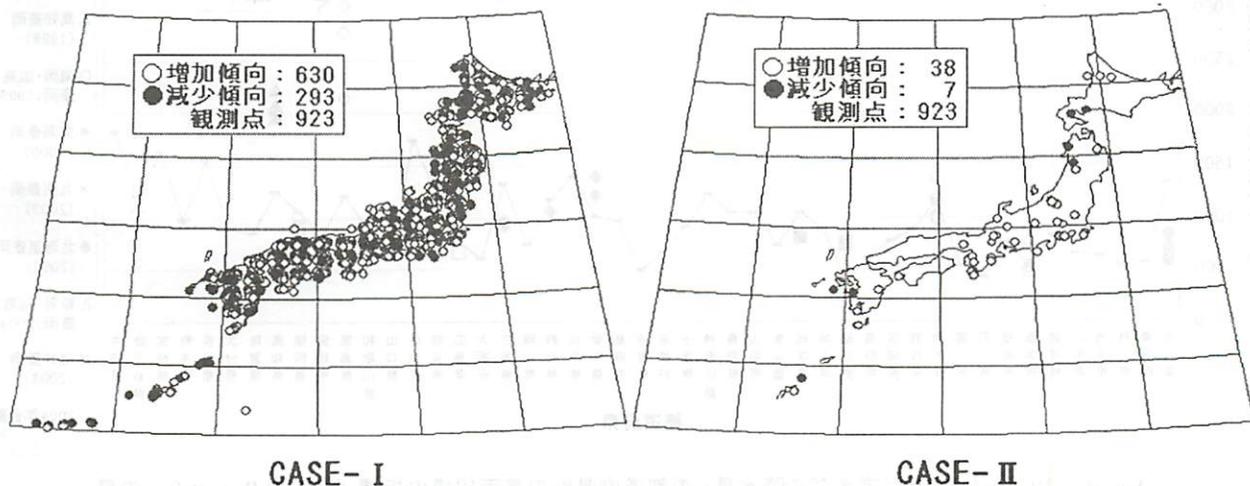


Fig. 8 結合規模の指標の経年的トレンドの観測点別係数分布（アメダス降水量）

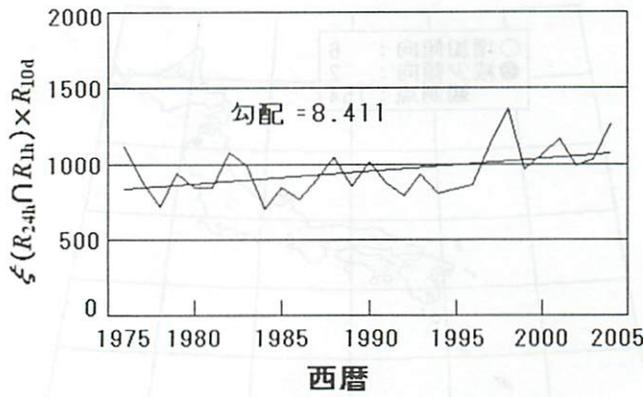


Fig. 9 最近の日本の豪雨に対する結合規模の指標の経年変化 (アメダス降水量から計算した指標の各年上位 10 位の平均値)

九州、四国、関東地方などの特に太平洋側では増加傾向の観測点が多い。一方、日本における各年上位 10 位の指標から豪雨規模は増加傾向にあるが、少なくとも 1 回以上各年上位 10 位の指標の計算に入った観測点の分布を見ると、年降水量が増加傾向にある地域に分布している。日本における年降水量の減少傾向と豪雨規模の増加傾向は、相反する傾向のように見えるが、取り出されたデータの観測点に着目すれば、相反する結果ではない。

5. 最近の各地で発生している豪雨の規模

ここでは、各地で発生している豪雨の結合規模を過去の豪雨データなどを用いて比較した。

Fig. 11 は、甚大な豪雨災害が頻発するようになったと思われる 1998 年より前 (1976~1997 年) のアメダス降水量データから、都道府県別に求めた最大値 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ をそれぞれプロットしている。また同図には、1998 年栃木・福島豪雨、1998 年高知豪雨、1999 年福岡・広島豪雨、2000 年東海豪雨、2003 年九州豪雨、2003 年北海道豪雨、2004 年新潟・福島豪雨、2004 年福井豪雨および 2004 年の各台風 (24 時間降水量の記録 1317mm (海川：四国電力) を含む) で観

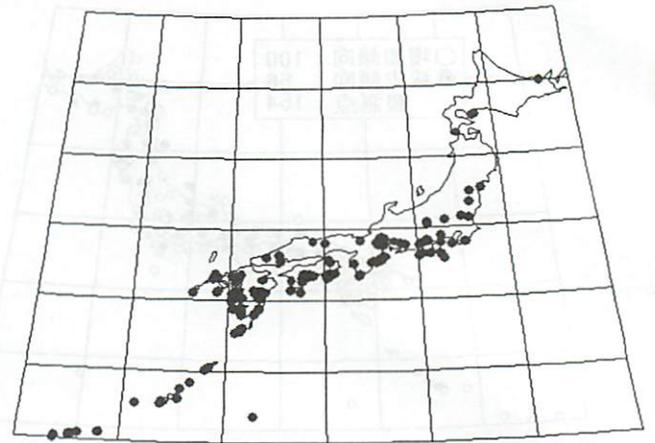


Fig. 10 最近の日本の豪雨に対する結合規模の指標の各年 10 位に 1 回以上入った観測点 (アメダス降水量)

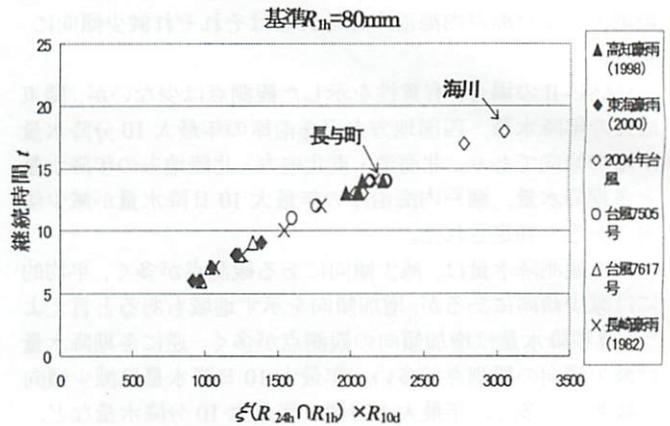


Fig. 12 最近の $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ が大きい豪雨と過去の記録的な豪雨の規模の比較 (基準 $R_{1h}=80\text{mm}$ (仮定) の場合について $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ と継続時間 t の関係を各豪雨とも $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ が上位 5 位のものについてプロット)

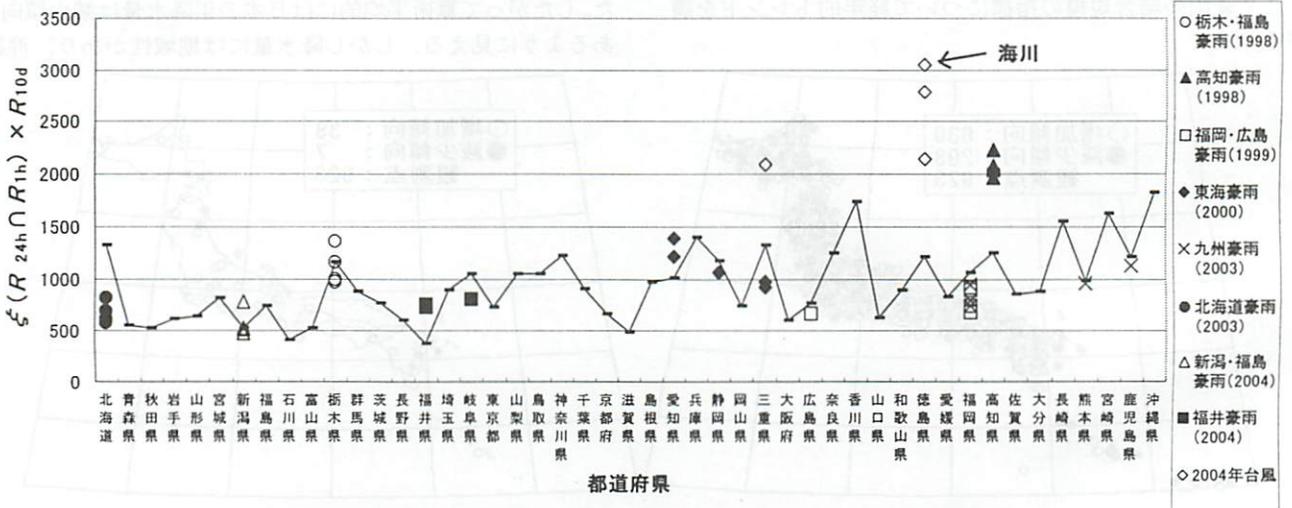


Fig. 11 1976~1997 年 (アメダス降水量) の都道府県別の豪雨規模の指標 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ の最大値および最近の豪雨規模の指標 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ の各上位 5 位

測された $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ の大きい方から上位 5 位のものを、それぞれ観測点がある都道府県にプロットした。この図から、最近の豪雨は、それぞれ都道府県別の過去の最大値を更新しているものが多いと推測される。ここ数年で規模の非常に大きい豪雨が何回も起きている事実は確率的に異常なことであり、豪雨の結合規模の指標が経年的に増加傾向を示

す要因になっていると思われる。

Fig. 12 は、 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ が大きい値を示した 1998 年高知豪雨、2000 年東海豪雨、2004 年の各台風、および過去において記録的な豪雨をもたらした台風 7505 号、台風 7617 号、1982 年長崎豪雨（1 時間降水量の記録 187mm（長与町）を含む）について、基準 $R_{1h}=80\text{mm}$ （仮定）の場合の

Table 1 解析に用いた豪雨における代表的な観測点の降水量、無次元再現期間、および結合規模の指標の値

豪雨事例	観測点	$R_{1h}(\text{mm})$	$R_{24h}(\text{mm})$	$R_{10d}(\text{mm})$	$T(R_{1h})$	$T(R_{24h})$	$T(R_{24h} \cap R_{1h})$	$\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$
台風 7505 号	柿の又	119	923	1346	5	37	112	2256
	上八川	133	808	1273	13	21	159	2247
	本川	135	774	1112	16	32	319	2149
	越知	116	680	981	11	27	185	1768
	加茂	104	653	963	7	23	107	1601
台風 7617 号	鏡	97	650	1571	5	3	9	1331
	高知〔気象庁〕	96	543	1364	9	2	10	1244
	高知〔高知県〕	97	482	1186	13	2	14	1241
	平石	89	659	1720	4	2	5	1039
	佐川	86	459	1211	9	2	8	979
長崎豪雨(1982)	長与町	187	541	885	614	12	3745	2167
	長浦岳	153	499	815	190	11	1105	1798
	長崎	112	552	918	18	11	115	1545
	諫早	99	460	835	17	7	61	1261
	箱笠山	71	554	967	3	9	17	1068
栃木・福島豪雨(1998)	那須	90	640	1289	4	6	15	1357
	新湯	85	504	818	6	11	45	1164
	高原	63	547	929	2	10	15	988
	黒磯	84	380	699	14	6	40	971
	塩原ダム	80	441	955	7	3	13	968
高知豪雨(1998)	繁藤	109	979	1257	3	81	161	2223
	後免	119	862	1112	6	66	247	2082
	高知	112	861	1231	4	38	110	2055
	新改	96	943	1196	2	83	128	2045
	奈路	105	860	1165	3	50	119	1969
福岡・広島豪雨(1999)	篠栗	100	235	546	190	2	115	918
	猪野ダム	100	204	533	325	2	111	892
	柳川	91	150	447	549	1	105	741
	太宰府	77	193	540	76	1	27	682
	日宛	80	195	445	92	2	60	670
東海豪雨(2000)	東海	114	557	638	19	69	966	1390
	名古屋	93	535	617	8	63	359	1209
	梅ヶ島	66	547	840	2	16	26	1052
	紀北建設部	72	494	928	4	6	14	968
	尾鷲	67	496	913	3	7	13	918
九州豪雨(2003)	針持	94	464	582	13	34	306	1119
	深川	91	397	476	18	36	457	959
	太宰府	99	353	457	42	22	606	950
	飯塚	80	315	479	19	10	109	799
	川島	75	300	467	16	9	82	744
北海道豪雨(2003)	旭	75	378	427	8	45	282	813
	宿主別	64	325	436	6	17	78	687
	仁世宇	59	303	426	6	13	51	622
	新和	47	337	404	2	30	54	596
	豊糠	60	276	353	8	18	98	579
新潟・福島豪雨(2004)	栃尾	58	422	666	3	11	21	781
	守門岳	56	360	803	3	3	6	534
	下関	67	158	423	67	1	26	528
	小国	65	164	441	50	1	21	517
	上関	61	158	430	40	1	17	472
福井豪雨(2004)	乗鞍岳	67	389	663	5	7	23	806
	相木	83	301	381	27	21	372	750
	金見谷	75	333	393	12	31	274	746
	雲川ダム	81	307	380	22	23	356	744
	城戸内	71	338	404	9	30	197	735
2004 年台風	海川(10号)	122	1317	2272	2	24	35	3048
	小見野々(10号)	117	1195	1895	2	33	52	2776
	沢谷(10号)	97	1010	1752	2	17	23	2132
	尾鷲(21号)	131	801	1040	12	57	437	2085
	イシガ谷(15号)	131	669	1259	22	8	91	2041

等価指標を構成する継続時間 t を示している。2004 年の各台風（台風 10 号における徳島県南西部，台風 15 号における四国中央部，台風 21 号における三重県南部など）では，未曾有の豪雨と言われた過去の豪雨に比べても豪雨の結合規模が大きく，これまでの最大値を示した。それに伴って局所的に非常に規模の大きい災害が発生した。

Table 1 は，ここで解析した豪雨における 1 時間降水量，24 時間降水量，10 日降水量，1 時間降水量と 24 時間降水量の無次元再現期間およびその結合再現期間，および豪雨の結合規模の指標をまとめたものである。

6. まとめ

- 1) 全国的な降水量変化の経年的トレンドとしては，夏期降水量，年最大 1 時間降水量，年最大 10 分降水量，および豪雨の結合規模の指標が増加傾向にあり，大雨や集中豪雨が起きやすくなっていると考えられる。逆に，年降水量および冬期降水量の減少傾向から，渇水時の水不足が心配である。地域別には，東北地方太平洋沿岸，関東地方および九州地方は増加傾向，近畿地方および瀬戸内海沿岸は減少傾向であると言える。
- 2) しかし，降水量変化の経年的トレンドについて検定を行うと，有意水準が 5% で有意性を示した観測点は少ない。
- 3) 最近の豪雨は，1976～1997 年のアメダス降水量データから求めた都道府県別の結合規模の最大値を更新しているものが多くあり，過去の豪雨よりも結合規模が大きくなっている。
- 4) 2004 年の各台風の豪雨は過去の豪雨に比べても結合規模が大きく，台風 10 号における徳島県の豪雨の結合規模はこれまでの最大値を示した。
- 5) 豪雨規模の増加傾向および年降水量・冬期降水量の減少傾向は，従来の治水・利水計画基準値を越す現象の頻発を予想させるものであり，注意が必要である。
- 6) 日本における豪雨の増加傾向が，地球温暖化と関連しているかどうかについて判断できる適切な資料を著者らは持ち合わせていないが，海水表面温度の上昇，氷河・ツンドラ地帯の後退など（例えば，P. J. Webster et al., 2005；気象庁，2001；IPCC，1998）が研究されているので，著者らの研究が地球温暖化に関する研究の一助になれば幸いである。

謝辞

本研究において気象庁，国土交通省河川局，国土交通省四国山地砂防事務所，高知県，福島県，栃木県，福岡県，三重県，熊本県，福井県，長与町および四国電力の降水量資料を利用して頂いた。深謝の意を表す。

(原稿受付 2005 年 8 月 1 日)

(原稿受理 2006 年 1 月 6 日)

参考・引用文献

- 1) 磯部英彦 (2003) 気候変動による洪水と渇水への影響と対応—東アジアを中心として—，「災害列島 2002」(財団法人河川情報センター) 38p., 国土交通省河川局，東京。
- 2) IPCC (1998) Temperate Asia: Sensitivity, Adaptability, and Vulnerability, in "The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of

Vulnerability", "(Masatoshi Yoshino and Su Jilan)", <http://www.grida.no/climate/ipcc/regional/267.htm>.

- 3) 気象庁 (2001) IPCC 第三次評価報告書～第一作業部会報告書 気候変化 2001 科学的根拠～政策決定者向けの要約(気象庁訳)，http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc_tar/spm/spm.htm.
- 4) 国土交通省土地・水資源局水資源部 (2003) 平成 14 年度版日本の水資源，15 p., 国土交通省土地・水資源局水資源部，東京。
- 5) 近森秀高，永井明博 (2003) 東京における日降雨特性の経年変化，平成 15 年度農業土木学会大会講演会講演要旨集，400-401.
- 6) P. J. Webster, G. J. Holland, J. A. Curry, H. R. Chang (2005) Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment, *Science*, **309-5742**, 1844-1846.
- 7) 徐 宗学，竹内邦良，石平 博 (2002) 日本の平均気温・降水量時系列におけるジャンプおよびトレンドに関する研究，*水工学論文集*，**46**，121-126.
- 8) 松田誠祐，Md.Abdur RAZZAK，足立真吾 (2004) 降水の時間集中度の確率分布モデルとその 1998 年高知豪雨・2000 年東海豪雨への適用，*自然災害科学*，**23-3**，405-417.
- 9) 松田誠祐，足立真吾 (2005) 降水の時間集中度に基づく結合確率分布モデルの実用性について，*自然災害科学*，**24-3**，279-286.

<論文>

四万十川流域におけるBOD、窒素、リンの排出負荷に関する考察

山崎 慎一* 久米 可菜子** 山崎 和範*** 山口 隆司**** 荒木 信夫*****

A Study on Discharged BOD, Nitrogen and Phosphorus Loads in Shimanto River Basin Area

Shinichi YAMAZAKI*, Kanako KUME**, Kazunori YAMASAKI***,
Takashi YAMAGUCHI**** and Nobuo ARAKI*****

* Department of Civil Engineering, Kochi National College of Technology, 200-1, Monobe-otsu, Nankoku, Kochi, 783-8508, Japan

** Hibiki Construction Company, 1-22-24, Kamobe, Kochi, 780-8052, Japan

*** Shikoku Railway Company, 8-33, Hamanochou, Takamatsu, Kagawa, 760-8580, Japan

**** Department of Civil Engineering, Kure National College of Technology, 2-2-11, Aga-minami, Kure, Hiroshima, 737-8506, Japan

***** Department of Civil Engineering, Nagaoka National College of Technology, 888, Nishi-katagai, Nagaoka, Niigata, 940-8532, Japan

Abstract

In the present study, first the discharged BOD, nitrogen and phosphorus loads in Shimanto River basin area were calculated by using the quantitative data in 2001 or in the year of 2001. Then the prospective discharged loads in the future were estimated for the case in which the emission prevention measures of residential and industrial wastewater were taken by the secondary treatment facilities (referred to as Future-1) and the advanced treatment facilities (Future-2). The decrease ratio of the discharged BOD, nitrogen and phosphorus loads in case of Future-2 in the study area were estimated to be 27%, 2% and 8%, respectively. It is also estimated that the decrease ratio of the water quality at Shimoda, the most downstream point of the Shimanto River, were as follows in case of Future-2: 41% in BOD, 5% in nitrogen and 21% in phosphorus.

Key Words : Shimanto River, discharged load, residential and industrial wastewater, advanced treatment

1. はじめに

四万十川流域では、多様で豊かな自然環境の保全と、流域住民の快適で文化的な生活の振興を目的に、流域総合対策の基本指針となる「清流四万十川総合プラン21」の策定や「四万十川条例」を制定し、様々な取り組みが行われてきている¹⁾。近年増加している生活排水や産業排水等の汚濁負荷についても、下水道や農村集落排水処理施設等の整備により着実にその削減対策が進められてきている。しかし、現在、四万十川流域で整備されている排水処理施設は、BOD等の有機物の除去を主目的とする2次処理施設であり、排水中の窒素やリンの除去機能は基本的に有していない。稲森は、2次処理プロセスのみで処理対策を行うと、従来に比べて水域への窒素とリンの負荷量が増加して、処理対策をしたことによってさらに水環境が悪化する可能性が

あることを指摘している²⁾。今後、四万十川流域においても、汚濁負荷削減対策を適切に進めていくためには、まず流域のBOD、窒素、リンの排出形態や排出負荷の実状をできるだけ正確に把握すること、そして、今後処理対策が進行した場合の排出負荷や河川水質の変化を予測しておくことが重要と考えられる。

そこで本研究では、四万十川の流域を4つの流域に区分し、生活系、事業系、畜産系、自然系の各々の排出形態でBOD、窒素(T-N)、リン(T-P)の排出負荷を平成13年度の各種数量データをもとに算出して、流域の排出負荷の現状を把握した。また、将来において、稼働中又は計画中の2次処理施設あるいは高度処理施設で処理対策が進行した場合についても同様に排出負荷を試算し、河川環境が変化しない(負荷流出率は不変)と仮定して、BOD、T-N、T-Pの河川水質が将来どの様に変化するかを予測した。

* 高知工業高等専門学校助教授 建設システム工学科 〒783-8508 高知県南国市物部乙200-1

** 株式会社響建設 〒780-8052 高知県高知市鴨部1-22-24

*** 四国旅客鉄道株式会社 〒760-8580 香川県高松市浜ノ町8-33

**** 呉工業高等専門学校助教授 環境都市工学科 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2-2-11

***** 長岡工業高等専門学校教授 環境都市工学科 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝888

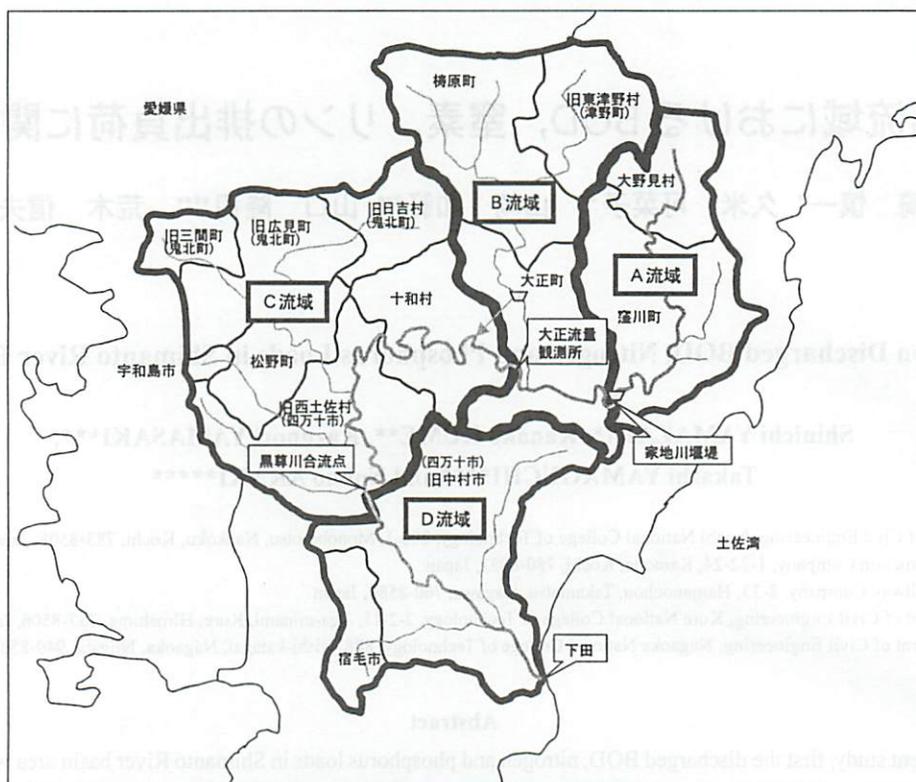


図1 四万十川流域の排出負荷算定対象流域

2. 解析方法

2-1 対象流域と水質評価地点

図1に四万十川流域において排出負荷を算定する対象流域を示す。対象流域は、四万十川の上流から下流に向けて、A流域は大野見村、窪川町、B流域は栲原町、津野町（旧東津野村）、大正町、C流域は十和村、四万十市北部（旧西土佐村）、鬼北町（旧日吉村、旧広見町、旧三間町）、松野町、宇和島市、D流域は四万十市南部（旧中村市）、宿毛市の4流域に区分した。また、各流域の本流最下流地点を水質評価地点とし、A流域では家地川堰堤、B流域では大正流量観測所、C流域では黒尊川合流点、D流域では下田とした。なお、流域の区分けは、解析結果に殆ど影響がない範囲で便宜的に行政区域で区分している部分もあるが、基本的には分水界で行っている。

2-2 数量データ

排出負荷を算出するための数量データは、生活系、事業系、畜産系、自然系に分けて平成13年度のもの収集した。生活系では、下水道、農村集落排水処理施設、合併浄化槽、単独浄化槽の各々の処理人口を、事業系では、事業

場や飲食店等の業種別設置数を集計した。畜産系では、牛舎と豚舎の飼育頭数を、また自然系では、山林、田畑の耕地面積を、高知県と愛媛県の各市町村役場と保健所（高幡、窪川、幡多、宇和島）、あるいは各種統計資料^{3), 4)}より入手した。表1に各流域における行政人口、面積、事業場数、家畜飼育頭数を示す。平成13年度における四万十川の流域人口は94295人、流域面積は2270km²、事業場数は2395箇所、飼育家畜は24525頭である。

図2に生活系における処理方式別人口の割合、表2に下水処理場および農村集落排水処理施設を示す。平成13年度現在、下水道が整備されているのはD流域の四万十市のみであり、また、農村集落排水処理施設は7箇所設置されている（計画中のものは2箇所）。流域全体の整備率は、下水道6%、農村集落排水処理施設3%、合併浄化槽14%、単独浄化槽13%となっており、残りの6~7割は生活雑排水を無処理で排出している。

図3に事業場数、飲食店数等の割合を示す。ここで、事業場は、全ての事業場から飲食店、魚介類販売、惣菜製造、食肉販売を除いた事業場を表している。事業場及び飲食店等の設置数は、D流域で流域全体の約半分を占めている。

表1 四万十川の流域人口、面積、事業場数、家畜頭数

地域	人口 (人)	面積 (km ²)	事業場数 (力所)	家畜頭数 (頭)
A流域	16200	374.70	390	12783
B流域	10871	567.30	312	571
C流域	32424	815.26	553	10984
D流域	34800	512.74	1140	187
全流域	94295	2270.00	2395	24525

また、事業場と飲食店が占める割合は、流域全体で8～9割となっている。図6、図7、図8に業種別、処理方式別、日平均排水量別の事業場数の割合を示す。事業場を業種別にみると、旅館業、豆腐・煮豆製造業、洗濯業、砂利採取業、車両洗浄施設が比較的多い。処理方式別では、下水道や合併および単独浄化槽等の生物処理設備を備えている事業場が16%、凝集沈殿等の物理処理設備を備えている事業場が10%であり、残りの約7割の事業場は処理設備を有していない。日平均排水量別では、水質汚濁防止法の規制を受けない50m³/日未満の事業場の占める割合は9割以上となっており、これらの事業場の多くは排水を無処理で排出していると思われる。

図4に畜産系の牛、豚の飼育頭数の割合を示す。牛と豚の飼育頭数は、A流域とC流域で流域全体の97%を占めて

いる。また、牛と豚の飼育頭数の割合は、流域全体ではおよそ2:8となっている。なお、養鶏については正確な数量データが得られなかったために今回の排出負荷の算定には含めていない。

図5に自然系の山林、田、畑の耕地面積の割合を示す。自然系の耕地面積の割合は、流域間で大きな違いはみられず、流域全体では、山林が87%を占め、田畑は数%程度であった。なお、市街地については、民家が点在した市町村が多く、流域全体に占める排出負荷の割合が小さいと判断されたため算定対象から除外した。

2-3 原単位および排出率

表3と表4に排出負荷の算出に用いたBOD、T-N、T-Pの原単位と排出率を示す^{5), 6), 7), 8), 9), 10)}。BOD、T-N、T-Pの排出負荷は、2-2節で上述した各種数量データに各々

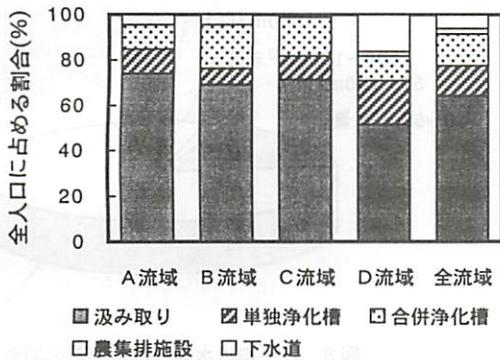


図2 生活系の処理方式別人口の割合

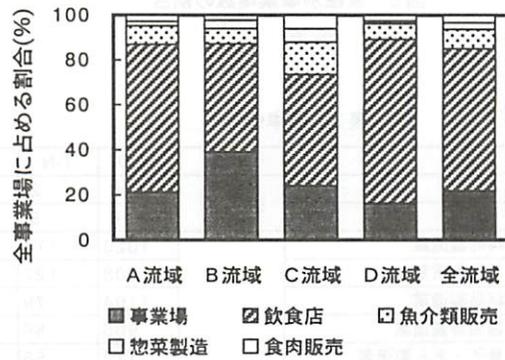


図3 事業系の各事業場数の割合

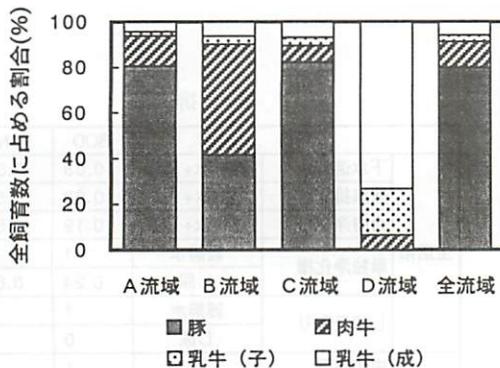


図4 畜産系の飼育数の割合

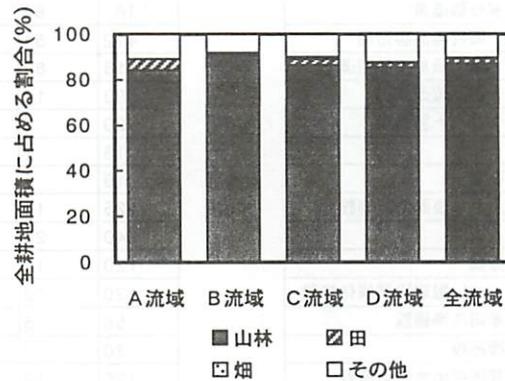


図5 自然系の耕地面積の割合

表2 四万十川流域における下水処理場および農村集落排水処理施設（平成13年度現在）

設備	市町村	供用年月	排除方式	処理方式	計画処理人口(人)	現状処理人口(人)
単独下水道	中村市	H 8.4	分流式	標準活性汚泥	30000	5644
農村集落排水処理施設	大正町	H 8.5	分流式	沈殿分離接触曝気	320	241
	中村市	H12.4	分流式	長時間曝気	780	758
	梶原町	H13.8	分流式	沈殿分離接触曝気	320	262
	大野見村	H13.4	分流式	間欠曝気活性汚泥	880	626
	窪川町	H13.4	分流式	沈殿分離接触曝気	280	113
	広見町	H 4.6	分流式	嫌気性ろ床接触曝気	150	366
	広見町	H13.9	分流式	間欠曝気活性汚泥	720	
	梶原町	未定			330	
		中村市	未定			310

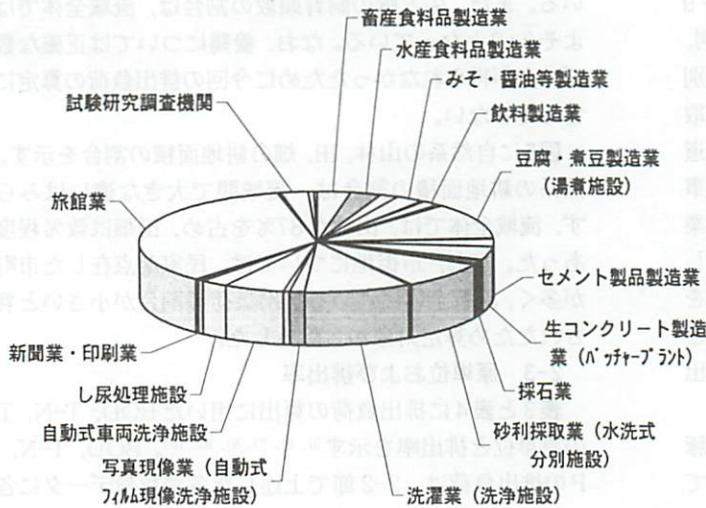


図6 業種別事業場数の割合

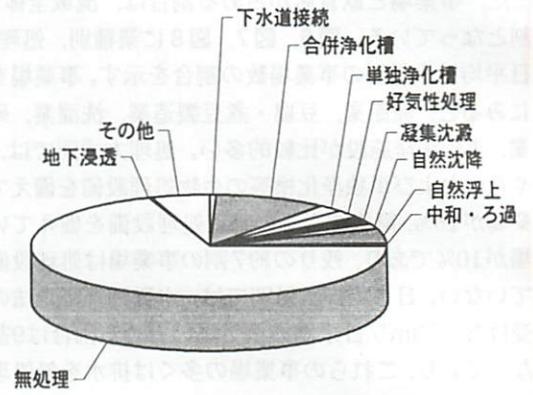


図7 処理方式別事業場数の割合

表3 原単位

項目		単位	BOD	T-N	T-P
生活系	雑排水	g/人・日	40	2	0.4
	し尿		18	9	0.9
事業系	畜産食品製造業	mg/l	1020	174	37
	水産食品製造業		1508	127	23
	保存食品製造業		1104	79	26
	みそ・醤油等製造業		905	66	13
	パン・菓子・あん製造業		1172	56	9
	飲料製造業		581	19	3
	めん類製造業		953	22	8
	豆腐・煮豆製造業		1487	66	13
	紡績業・繊維製品製造業		412	51	28
	パルプ・紙・紙加工品製造業		1118	89	9
	セメント製品製造業		93	16	1
	生コンクリート製造業		20	2	0.1
	採石業		13	1	0.1
	砂利採取業		13	1	0.1
	酸・アルカリ表面処理施設		125	14	19
	洗濯業		540	20	20
	写真現像業		120	12	1
	と畜業・へい獣取扱業解体施設		120	12	1
	自動式車両洗浄施設		56	5	1
	し尿処理施設		20	2	0.2
	特定事業場排水処理施設		120	12	1
	一般製材・木材チップ製造業		251	25	2
	新聞業・印刷業		154	40	30
	旅館業		120	12	1
	弁当仕出屋・弁当製造業		703	44	11
	地方卸売市場		120	12	1
	試験研究調査機関		120	12	1
	一般廃棄物焼却施設		120	12	1
	トリクロロエチレン等による洗浄施設		125	14	19
	飲食店営業		500	50	5
	惣菜製造業		500	50	5
	魚介類販売		280	28	3
食肉販売	500	50	5		
畜産系	乳牛(成)	g/頭・日	566	180	25
	乳牛(子)		566	180	25
	肉牛		566	180	25
	豚		181	33	13
自然系	山林	kg/km ² ・日	0.6	1.0	0.06
	田		1.5	3.5	0.30
	畑		1.5	14.0	0.16

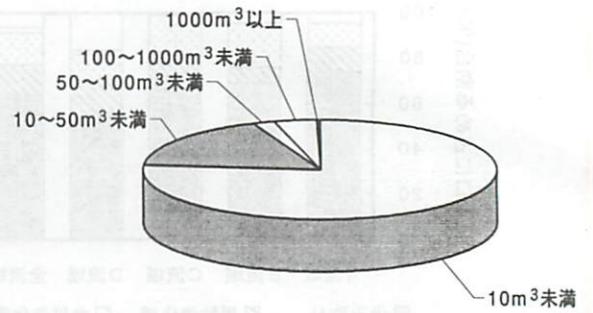


図8 日平均排水量別事業場数の割合

表4 排出率

項目		BOD	T-N	T-P	
生活系	下水道	雑排水+し尿	0.08	0.55	0.48
	農集排施設	雑排水+し尿	0.08	0.55	0.48
	合併浄化槽	雑排水+し尿	0.19	0.59	0.58
	単独浄化槽	雑排水	1	1	1
し尿		0.24	0.66	0.70	
し尿汲取り	雑排水	1	1	1	
	し尿	0	0	0	
事業系	中和処理	1	1	1	
	自然沈降	0.5	0.5	0.5	
	凝集沈殿	0.5	0.5	0.5	
	活性汚泥処理	0.1	0.5	0.5	
	接触酸化処理	0.1	0.5	0.5	
	合併浄化処理	0.1	0.5	0.5	
	無処理(し尿処理施設を除く)	1	1	1	
畜産系	乳牛(成)(分離簡易処理)	0.31	0.51	0.31	
	乳牛(子)(分離簡易処理)	0.31	0.51	0.31	
	肉牛(分離簡易処理)	0.31	0.51	0.31	
	豚(分離簡易処理)	0.31	0.51	0.31	
自然系	山	1	1	1	
	田	1	1	1	
	畑	1	1	1	
市街地	1	1	1		

の原単位と排出率を乗じて算出した。畜産系の排出率は、全ての牛舎および豚舎で分離簡易処理されていると仮定し、自然系の原単位は、国内で報告されている文献値⁹⁾を平均化した値を使用した。

2-4 将来の排出負荷の算出方法

表5に将来の排出負荷の設定条件、表6に高度処理施設で処理を行った場合の生活排水の排出率²⁾、図9に現在と将来の生活排水の処理人口の比較を示す。将来の排出負荷は、従来の2次処理法で処理対策が進行した場合（以下、将来1と称す）と、嫌気無酸素好気法を想定した高度処理法で進行した場合（以下、将来2と称す）の2ケースで算出した。将来の生活系排出負荷は、行政人口は現在と変わらないとし、下水道整備率が全流域で6%から32%（水洗化

率は36%から73%）に向上すると想定して算出した。将来の事業系排出負荷においても、事業場数は不変とし、日平均排水量20m³/日以上業種は全て処理設備を備えるとして算出した。将来2における処理設備の排出率は、生活系（単独浄化槽は除く）、事業系ともに嫌気無酸素好気法の排出率を採用した。また、畜産系と自然系の排出負荷は、将来、どのような対策が講じられるかが予測できないために、今回は将来においても変わらないと仮定した。

2-5 水質評価地点の将来水質の予測方法

図10に四万十川の流量と水質を示す。流量およびBOD、T-N、T-Pの水質は、ともに平成13年度の年間平均値である^{11), 12), 13)}。各水質評価地点における将来水質は、その流域の将来の排出負荷に負荷流出率を乗じて流出負荷を求

表5 将来の排出負荷の設定条件

	2次処理施設で処理対策が進行した場合（将来1）	高度処理施設で処理対策が進行した場合（将来2）
生活系	各市町村の行政人口は現在と同じ	
	現在稼働中又は計画中の下水道及び農村集落排水処理施設は計画人口を処理する	
	合併浄化槽の処理人口は現在の3倍とする（但し、大野見村は1.5倍、中村市は0.8倍）	
	排出率は現在と同じ	排出率は表6参照
事業系	事業場及び飲食店等の店舗数は現在と同じ	
	排水量20m ³ /日以上業種は生物処理設備を備え、排出率は、BOD:0.1、T-N:0.5、T-P:0.5	排水量20m ³ /日以上業種は高度処理設備を備え、排出率は、BOD:0.05、T-N:0.34、T-P:0.25
畜産系	現在と同じ	
自然系	現在と同じ	

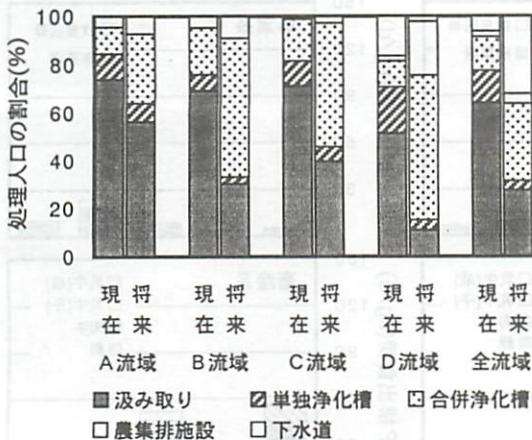


図9 現在と将来の生活排水の処理人口の比較

表6 将来2の場合の生活排水の排出率

項目		BOD	T-N	T-P	
生活系	下水道	雑排水+し尿	0.05	0.34	0.25
	農業排施設	雑排水+し尿	0.05	0.34	0.25
	合併浄化槽	雑排水+し尿	0.05	0.34	0.25
	単独浄化槽	雑排水	1	1	1
		し尿	0.24	0.66	0.70
	し尿汲取り	雑排水	1	1	1
し尿		0	0	0	

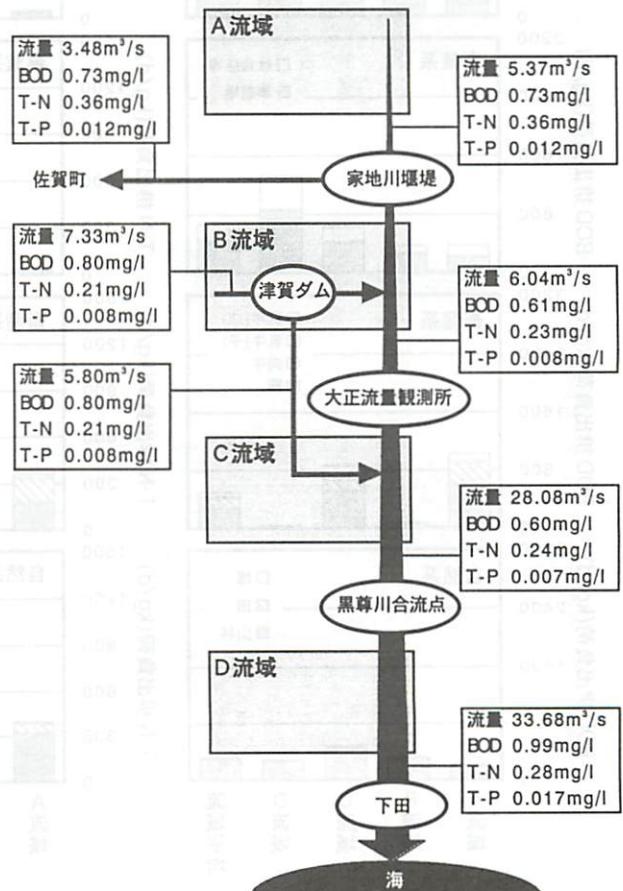


図10 四万十川流域の流量と水質

め、それを水質評価地点の流量で除して算出した。この負荷流出率は、その流域の排出負荷が河川流下過程で除去されずに水質評価地点に到達する負荷（流出負荷）の割合を示したものであり、現在の水質評価地点の流出負荷（水質×流量）をその流域の排出負荷で除して算出した。なお、この負荷流出率と流量は、将来においても不変（河川環境は現状維持される）と仮定した。

3. 解析結果および考察

3-1 排出負荷の現状

図11に各流域におけるBOD, T-N, T-Pの排出負荷の現状を示す。BOD排出負荷は、B流域<A流域<D流域<

C流域の順に高く、人為的な生活系、事業系、畜産系の排出負荷の割合は、流域平均で各々35%, 29%, 22%の合計86%を占めている。C流域とD流域では、生活系排出負荷が全排出負荷の約4割を占め、このうち汲み取りによる排出負荷が7~8割を占めている。D流域では、事業系排出負荷が全体の約5割を占めている。また、A流域とC流域では、畜産系排出負荷が全体の3~5割程度を占め、このうち豚の排出負荷が約6割を占めている。

T-NとT-Pの排出負荷については、ともにB流域<D流域<A流域<C流域の順に高く、全排出負荷に占める自然系排出負荷の割合がBODの場合と比較して高いことがわかる。自然系排出負荷の全体に占める割合は、流域平均で

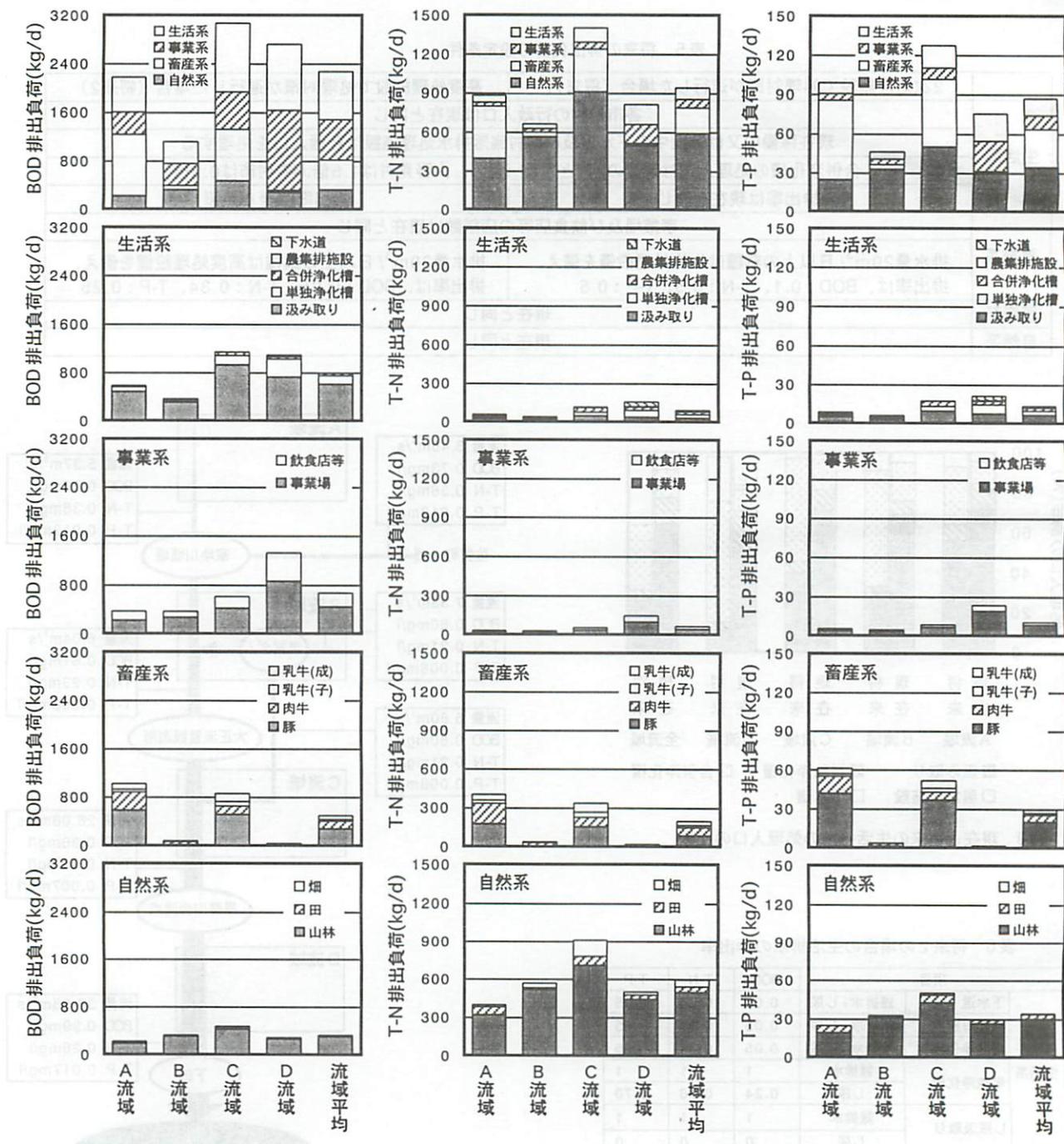


図11 各流域におけるBOD, T-N, T-Pの排出負荷の現状

T-Nの場合63%、T-Pの場合39%であり、このうち山林の排出負荷がともに8~9割を占めている。琵琶湖流域(平成7年)、霞ヶ浦流域(平成9年)、手賀沼流域(平成7年)における自然系排出負荷の全体に占める割合は、T-Nの場合、各々55%、42%、26%、T-Pの場合、各々32%、23%、8%という報告がある^{14)、15)、16)}。これらの代表的な流域と比較しても、四万十川流域のT-NとT-Pの自然系排出負荷は高いことがわかる。また、畜産系排出負荷もT-Nの場合21%、T-Pの場合34%を占め、特にA流域とC流域で高くなっている。

3-2 将来の排出負荷

図12に各流域における現状、将来1、将来2のBOD排出負荷の比較を示す。従来処理法あるいは高度処理法で処理対策が進行した場合の将来1と将来2のBOD排出負荷は、生活系および事業系の人為的負荷の減少により、現状と比較して流域平均で各々19%、27%削減した。流域別にみると、D流域での生活系の排出負荷の減少量が大きいことがわかる。

図13、図14に現状、将来1、将来2のT-NとT-Pの排出負荷の比較を示す。将来1の排出負荷は、T-N、T-Pともに現状と比べて若干増加している。これは、汲み取りによる尿がし尿処理場で窒素、リンとも100%除去される

か系外排除されていたものが、除去機能が低い2次処理法(合併浄化槽や下水道等)による処理に移行したことが原因であり、2次処理法で処理対策が進行してもT-NやT-Pは減少しないことを示唆している。一方、将来2では、生活系および事業系の排出負荷が高度処理施設の導入によって減少したが、その減少率は少なく、現状と比較して流域平均でT-Nの場合2%、T-Pの場合8%程度であった。これは、畜産系の排出負荷を不変としていることもあるが、それ以上に自然系排出負荷の全体に占める割合がT-Nで63%、T-Pで39%と高いことが大きな要因といえる。よって、T-N、T-Pの排出負荷については、山林が全耕地面積の約9割を占める四万十川流域のような場所では、高度処理で生活系や事業系排水の処理対策が進行してもBODほどの削減効果は期待できないと考えられる。

3-3 各流域における負荷流出率

表7に各流域における負荷流出率を示す。負荷流出率は、その地域の大きさ、水質の汚濁度、河床の人工化の度合、河川流量や勾配によって異なり、他の文献値¹⁰⁾と一概に比較することはできないが、四万十川流域では、BOD 16~69%、T-N 19~59%、T-P 6~54%の値を得た。この負荷流出率を用いて、各流域の最下流地点における流出負荷を算出し、流量で除して将来水質を算出した。

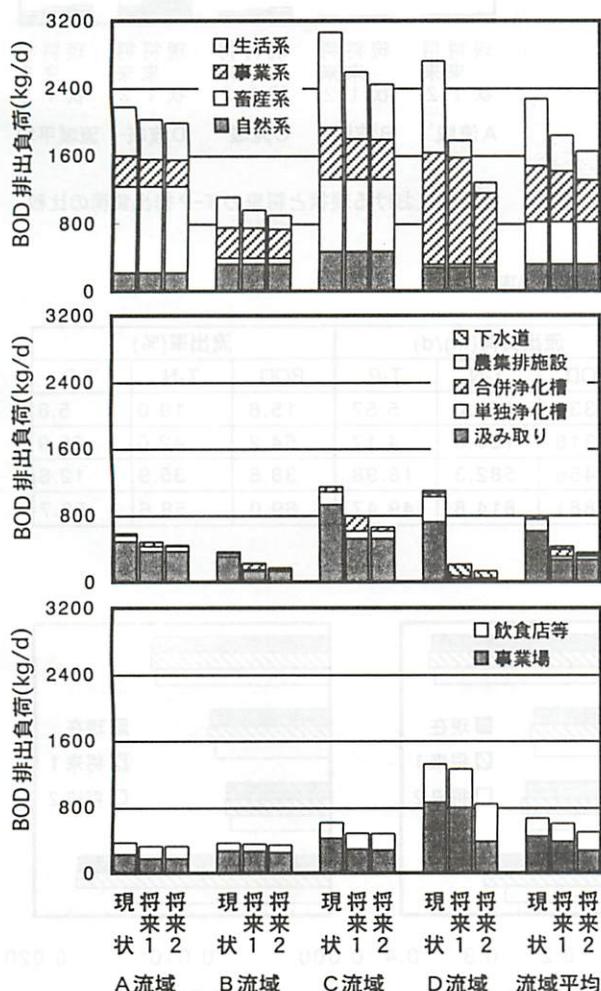


図12 各流域における現状と将来のBOD排出負荷の比較

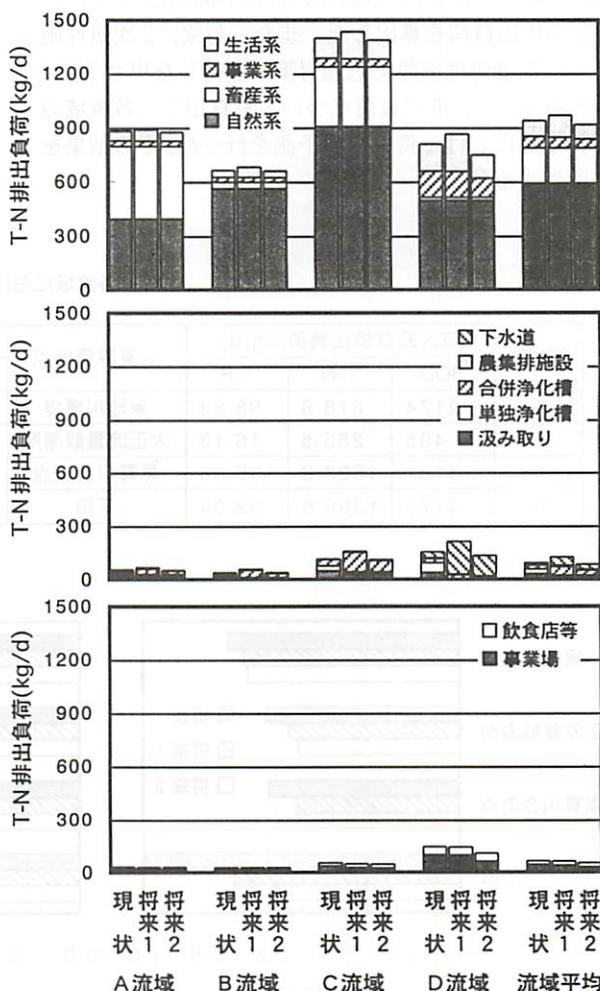


図13 各流域における現状と将来のT-N排出負荷の比較

3-4 水質評価地点の将来水質

図15に各水質評価地点における現状水質と将来の予測水質を示す。また、表8に水質評価地点下田の現状水質と将来の予測水質を示す。各水質評価地点におけるBODは、将来1、将来2ともに現状水質と比較して改善効果が認められた。特に下田では、現状0.99mg/lに対して、将来1で0.71mg/l (28%減)、将来2で0.58mg/l (41%減)となり、水質改善が期待できる。

一方、T-NとT-Pについては、将来1の場合、各水質評価地点の水質は現状よりも若干悪化すると予想される。将来2の場合は、下田においてT-Nで5%減、T-Pで21%減の水質の改善がみられるが、その上流の水質評価地点では著しい改善効果はみられない。これは、3-2節で上述したとおり、将来、高度処理対策を行っても、自然系排出負荷の全体に占める割合が大きいため、T-NとT-Pの排出負荷がさほど減少しないことに起因している。よって、四万十川では、処理対策によってBODは各水質評価地点において顕著に減少すると考えられるが、T-NとT-Pについては下田を除く地点では著しい改善効果は期待できないと予想される。

4. まとめ

本研究では、四万十川流域をA～Dの4流域に分けて、生活系、事業系、畜産系、自然系の排出形態別にBOD、T-N、T-Pの排出負荷を算出した。また、将来、2次処理施設あるいは高度処理施設で処理対策が進行した場合(各々将来1と将来2)の排出負荷についても算出し、各流域の水質評価地点における将来水質予測を行った。その結果を以下に整理する。

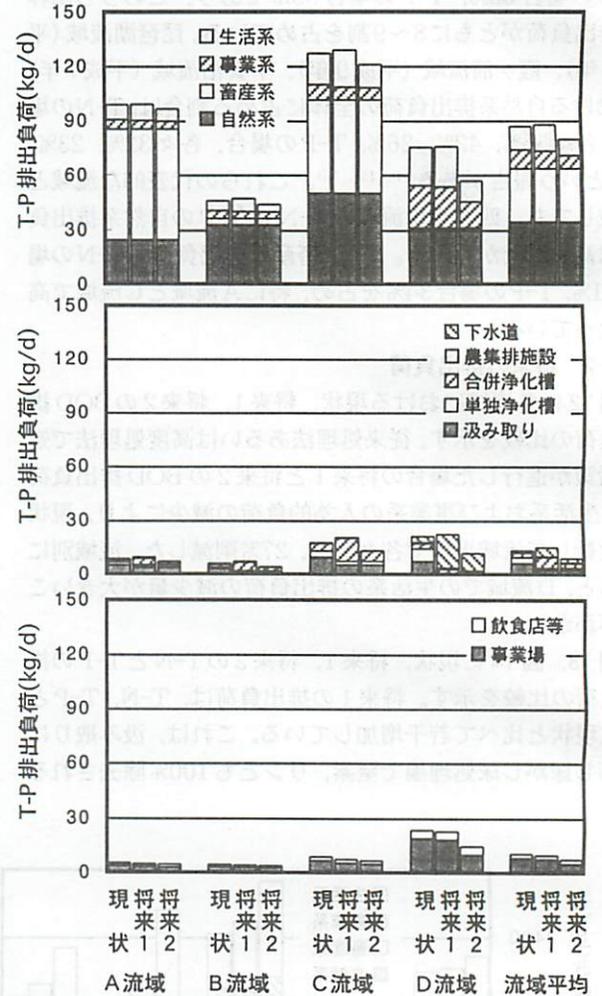


図14 各流域における現状と将来のT-P排出負荷の比較

表7 各流域における負荷流出率

流域	流入及び排出負荷(kg/d)			水質評価地点	流出負荷(kg/d)			流出率(%)		
	BOD	T-N	T-P		BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
A	2174	878.6	98.63	家地川堰堤	339	167.0	5.57	15.6	19.0	5.6
B	495	285.5	16.13	大正流量観測所	318	120.0	4.17	64.2	42.0	25.9
C	3781	1623.8	135.08	黒尊川合流点	1456	582.3	16.98	38.5	35.9	12.6
D	4173	1390.6	92.04	下田	2881	814.8	49.47	69.0	58.6	53.7

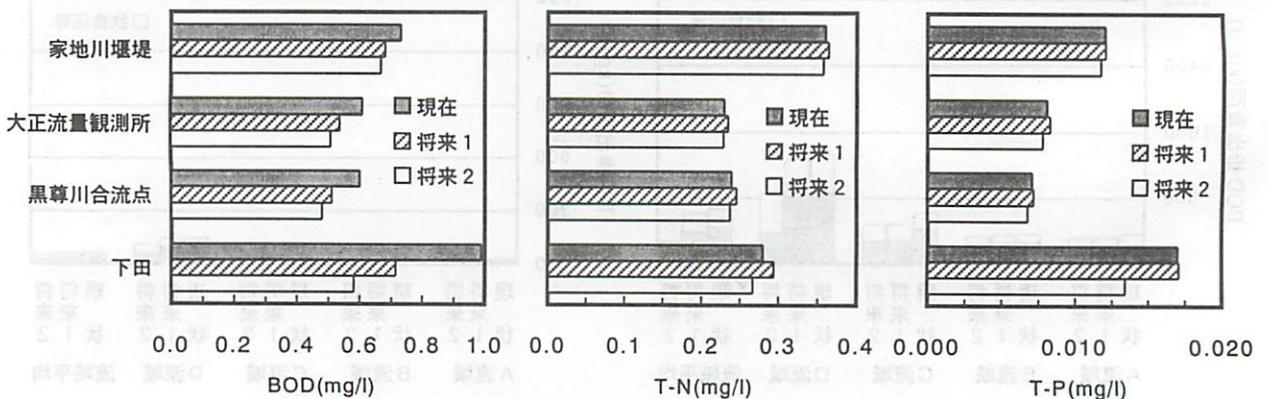


図15 水質評価地点の現在と将来の水質

表8 水質評価地点下田の現在と将来の水質

水質	現状	将来1	将来2
BOD (mg/l)	0.99	0.715 (-28%)	0.581 (-41%)
T-N (mg/l)	0.28	0.294 (+ 5%)	0.267 (- 5%)
T-P (mg/l)	0.017	0.0171 (+ 1%)	0.0134 (-21%)

- 1) BOD 排出負荷は、生活系、事業系、畜産系の人為的な排出負荷が全体の86%を占めた。また、将来1と将来2のBOD 排出負荷は、生活系および事業系の人為的負荷の減少により、現状と比較して流域平均で各々19%、27%削減すると予想される。
- 2) T-NとT-Pの排出負荷は、自然系の排出負荷の全体に占める割合がBODの場合と比較して高く、流域平均でT-Nの場合63%、T-Pの場合39%を占めた。また、将来1の排出負荷は、T-N、T-Pともに現状と比べて若干増加したが、将来2では減少した。しかし、その減少率は流域平均でT-Nの場合2%、T-Pの場合8%程度であった。山林が全耕地面積の約9割を占める四万十川流域では、高度処理法で処理対策が進行してもBODほどの削減効果は期待できないと考えられる。
- 3) 各水質評価地点におけるBODは、将来1、将来2ともに現状水質と比較して改善効果が認められ、特に下田では、将来1で28%、将来2で41%減少すると予想される。一方、T-NとT-Pについては、将来2の場合においても、下田を除く地点では著しい改善効果は期待できないと予想される。

謝 辞

本研究の遂行に際し、高知県文化環境部文化推進課四万十川流域振興室より多大な各種数量データを提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

(原稿受付 2005年11月7日)

(原稿受理 2006年1月26日)

参考・引用文献

- 1) 環境白書，高知県文化環境部文化環境政策課，2003.
- 2) 稲森悠平：生活排水対策，産業用水調査会，1998.
- 3) 高知県統計書，高知県企画振興部統計課，2003.
- 4) 高知県一般廃棄物処理事業の概況，高知県文化環境部環境廃棄物対策課，2003.
- 5) 流域別下水道整備総合計画調査指針と解説，日本下水道協会，2000.
- 6) 四万十川環境基準類型指定変更調査の概要（資料編），高知県，2000.
- 7) 津野洋，西田薫：テキストシリーズ土木工学7環境衛生工学，共立出版，1995.
- 8) 非特定汚染源負荷調査マニュアル，環境庁水質保全局水質管理課，1990.
- 9) 湖沼等の水質汚濁に関する非特定汚染源負荷対策ガイドライン，環境庁水質保全局水質管理課，2000.
- 10) 国松孝男，村岡浩爾：河川汚濁のモデル解析，技報堂出版
- 11) 水文水質データベース，国土交通省，2003.
- 12) 第1回四万十アドバイザー会議資料，高知県文化環境政策課他，2002.
- 13) 公共用水域及び地下水の水質測定結果，高知県文化環境部環境保全課，2002.
- 14) 山田 淳：ノンポイント汚染の現状と展望，環境技術，33(5)，p.360-363，2004.
- 15) 須藤隆一，小沼和博：霞ヶ浦の水質と面源負荷，環境技術，29(7)，p.509-515，2000.
- 16) 竹歳健治，田中宏明：手賀沼の水質汚濁と流入河川における流出汚濁負荷の変化，環境技術，29(7)，p.516-522，2000.

《特 集》

四万十・流域圏学会

第5回学術研究発表会・記念講演

《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((株)西日本科学技術研究所)

1. 「近自然」というスイスからのコンセプト

平成 16 年、「景観法」が国土交通省、農林水産省、環境省の共管法として施行された。その「景観」という概念には、「生物の多様性」や「地域住民の原風景」といった内容が含まれている。ところで昭和 61 年、筆者は「近自然」という概念にスイスで出会った。そこでは景観を生態系の集合体と見て、地球規模の環境問題が考えられていた。チューリッヒ州政府が発行した小冊子には、次のような文節があった。

「自然景観の輪郭線がもつ自然保護上の重要性は、林縁部や河岸汀線の実例をもって、早くから鳥類学者が明らかにしていた。こうした境界部では異なる世界が会い、その世界を合わせたよりもっと豊かな世界が生じる。従って、境界部分は自然保護の上で高い価値をもつもので、広く保護され、むしろ育成されなければならない」(『Mehr Natur in Siedlung und Landschaft』1985, チューリッヒ州建設局)

そして、同州の土木技師で、近自然河川工法の創始者 C.ゲルディ氏は、その基本コンセプトを次のように謳っていた(S.55)。

「我々は『河川は魚類の生息空間』であることを忘れてはいけない。マスは主に無脊椎動物、水生動物、ゼン形動物などの、砂や砂利の川底に棲む動物を捕食し、無脊椎動物や水生動物は、植物やさらに小さい動物をはじめとする有機物を食べて生きている。またマスは、浸透性のある砂利の川底に、尾鰭で穴を掘り産卵する。卵は砂利の中で卵黄袋を付けたまま 6～10 週間過ごし、その後稚魚となり水中へ浮出する」

筆者らはこうした概念に共感し、我が国での河川や湖沼ほかでの自然再生に取り組んできた。以下には、主に筆者がかかわった近自然河川工法の概要を紹介する。

2. まずは水際汀線の多様性と瀬と淵の再生から

平成 2 年、当時の建設省河川局から、河川事業に生態系の保全と復元を目指す「多自然型川づくり」の通達が全国に出された。その基本概念に上記の「近自然河川工法」の考え方が導入されている。

以後、筆者がわが国の当事業で関わってきたことは、主に平水時でのみお筋の蛇行に合せ瀬と淵を再生することと、一方で水際に入江状遠浅の汀線を復活させることであった。そこにおいて、かつての河川伝統工法を応用し、また新たに開発してきたが、それらは平成 2 年に出された「多自然型川づくり実施要領」の内容とほぼ完全に一致する。

ただし我々はその工法の採用に先立ち、瀬や淵また入江状遠浅の水際汀線を再現するのに、それらの正しい位置を設定しておかなければならない。つまり、近自然の土木設計で常に目的とする思考の対象は、河岸の安全を侵さない範囲で自然に近い「水の流れと土砂の動き」を制御または導き出すことである。

これを上流から河口まで流域全体の視点から、山地、扇状地、沖積地の蛇行する河道形態を見て、復元できる瀬や淵や砂州の形状また水際河岸の環境を洞察し、これらを実現するための工法を適正な材料と共に選択し決定する。

筆者がたどってきた我が国の近自然河川工法の開発史は、今日までは下記のようにほぼ 2 期に分かれてくる。



写真-1 高知県鏡川
河床掘削に伴い造成した瀬



写真-2 通水後の瀬



写真-3 造成した瀬で確認された
オオヨシノボリ



写真-4 造成した瀬で確認された
オオヨシノボリの卵

3. 自然のエネルギーを活かす伝統工法と近自然工法

1970年代の後半から始まったスイスの近自然河川事業は、上記の概念の下に具体工法としてかつての伝統工法を多く研究し応用している。我が国でも、筆者らは我が国に発達した伝統工法を研究し、日本の自然条件に適うような新しい技術の開発に努めてきた。第一期は、水制や屈曲型の護岸・根固めが中心で、第二期は落差工や床固工の応用である。

①第一期の開発(平成元年～平成8年)

第一期は慎重を期して模索した時代である。従来の河川改修で河道が直線化・平滑化され、また河岸が硬く無機質化されていた状態を、既設の護岸や堤防の構造は維持しつつ、低水路または低々水路の規模におけるみお筋の蛇行を再現しようとした。

ここでは、主に水制のはたらきに注目している。流向流速を制御する伝統工法の優れた治水機能を活かすと同時に、これを流水や河床環境の生態学的な改善に役立てるものである。筆者はこの水制機能を、ミニスケールで護岸や根固の構造にもデザインし、これで新たなみお筋をつくり、水際に入江状地形をつくることに用いた。



写真-5 長野県鳥居川
水制工

②第二期の開発(平成8年以降)

第二期は、水際河岸での工法開発に加え、河床でのみお筋蛇行と瀬の環境回復を図る工法の開発である。原型はスイス・ドイツで開発されていた“分散型落差工”である。それは、従来のコンクリートによる直壁型落差工を、転石組みの緩傾斜落差工に替え、さらにこの転石組みを河道に分散させる方式としていた。

筆者はこれを土石流が発生する日本の山地河道で実施する機会を得、床固工においてアーチ型の河床石組み構造を開発した。基本構造は、アーチ部材として使用する一個一個の石材を、流水圧や土石流の衝撃を考慮して大きさや形状を求め、それを伝統的な石垣の構築様式に準じてデザインしている。これの応用形は桜島砂防の溪流保全工における落差12mの斜路工から始まり、ステップ&プールの溪床、魚族の産卵場を回復する瀬と淵の環境づくりへと試行しつつある。



写真-6 鹿児島県桜島砂防
落差12mの斜路を持つ溪流保全工



写真-7 北海道目名川(施工4年後)
ダム直下で近自然工法を使用

4. これからの近自然河川工法

以上は、これまで筆者がとくに水面下の生態系復元をテーマに取り組んできた、工法開発の過程を概説した。河道区分では、ほとんどが沖積地から上流に当る。今後は水面から上部の河畔環境につなげる一方、感潮域から河口にかけての環境復元工法を研究すべきと考えている。

参考文献

- 1) チューリッヒ州建設局 (1985) “Mehr Natur in Siedlung und Landschaft”
- 2) クリスチャン・ゲルディ、福留脩文 (1990) “近自然河川工法” 近自然河川工法研究会
- 3) 福留脩文 (2000) “水と緑の生態学的保全・復元について—鳥居川を事例として—” 第4回録のゼミナールテキスト 全国治水砂防協会
- 4) 福留脩文 (2003) “伝統工法水制の近自然工法への応用” 国土交通省九州地方整備局河川部

河川の自然再生の考え方

○島谷幸宏(九州大学)

1. 自然再生とは

自然再生とは、「過度に人間の影響を受け劣化した自然環境を取り戻す試み」と定義されよう。

20世紀は、科学技術が大きく進展した世紀であるが、一方で環境に対する負荷も大きく増大し、自然環境の劣化が進んだ世紀といえる。自然再生とはこのような自然環境に対する過度の人間の影響に対する反省と危機感から生じた行為と捉えることができる。持続可能で、健全な地域固有の自然環境の再生を目標に、人間のインパクトを取り去るあるいは軽減する、取り去れない場合にはその対応策を講じるなどの種々の手法を駆使し、周辺に居住する人々の生活との調和を図りながら、合意形成のプロセスを経て、自然再生は展開される。

しかしながら、目標の設定、手法、合意形成のプロセスなどについての定まった手法ははまだ確立されておらず、手探りの状態である。ここでは、河川の自然再生について試論を展開したい。

2. 何を目標とするか？

河川の自然再生の目標の設定はどのような考え方で行えばよいのであろうか？次の4点から総合的に目標を設定することが基本と考えている。①どのようなインパクトが加わってきたか？②現在の生態系あるいは生物相はどのような影響を受けたか？③その場所の自然環境の本質的な特徴は何か？④実現可能な目標が得られるか？

3. 河川の自然環境の縦断的な特徴と自然再生

ここでは、河川の自然環境の基本的な特徴を述べる。ただし、個々の河川はそれぞれに特徴を持っているので、ここで述べることはあくまで概念的な状況である。特に火山地帯を流下する河川はここで述べた特徴が当てはまらない河川も見られる。

(ア) 渓流域

上流部に位置する渓流域は山腹と谷底低地から形成される。山腹下部はヤナギやハンノキなど流水の影響を受けた植物が成育し、いわゆる溪畔林となる。流水部では溪畔林からの落葉(リター)や落下昆虫などが主要なエネルギー源となる生態系が形成される。溪畔林は緑陰を提供し、水温の上昇抑制という効果も重要である。また流水構造は、落下部と淵(ステップ&プール)を基本とし、谷底が広い所では砂礫が堆積しヤナギやツルヨシなどの植物群落が見られる。

渓流部での改変は、治山、砂防工事を中心である。自然再生は、溪畔林、堆積域、ステッププール構造のような構造を再生することが基本となる。

(イ) 扇状地域

河川が山地から出ると土砂の堆積域である扇状地が発達する。活発な光合成や流域からの有機分の流入により、リターへの依存は小さくなる。扇状地の河川は滞筋が固定されず、河道は複列となり、植生が繁茂しない河原が代表的な環境である。大きな出水がない時期には河原は植生帯へと遷移し、縮小するが、洪水により再び河原は拡大する。千曲川の例では、約20年周期でこのような攪乱、再生が繰り返されている。¹⁾河原に生息・生育する生物はこのような変化の激しい環境に適応する戦略を有していると考えられる。たとえば、多摩川で保全の対象となっている河原特有の植物であるカワラノギクは、風により種子を散布し、扇状地部にできた新しい玉石河原にすばやく定着できる。また扇端では湧水が見られ、湧水に依存したトゲウオなどの重要な生息地となっている。

扇状地部での近年の環境変化は砂利採取、ダムの建設、河道改修などによる河床低下や流量の安定化、河道の固定化などによる、攪乱域の減少による河原の減少及び樹林化と地下水位低下による湧水の枯渇などである。扇状地部の自然再生には攪乱システムの再生や湧水の復活が重要であり、多摩川や鬼怒川では礫河原の再生が始められている。

(ウ) 氾濫原

さらに下流の氾濫原に該当する地帯は、河川沿いに自然堤防が形成され、その背後に後背湿地が発

達する地域である。古くから水田稲作地帯として開発されたところである。エネルギーの観点から見ると、洪水時に河川から氾濫原へとエネルギーが輸送される区域である。河川は基本的に上流から下流へと物質を輸送するシステムであるがこの区域は洪水時に横断方向に物質のやり取りがなされ、河川と氾濫原とのつながりが重要な区域である。河道の中は瀬淵構造が基本単位で、瀬淵構造を利用し多くの生物が生息している。

この区域のもっとも大きな環境改変は水田や都市化による氾濫原の極端な減少であり、その代替機能をになっていた水田の質的变化（河川改修や圃場整備）である。この地域に対しては、氾濫原システム（季節的な水理現象の再生、微地形の再生、つながりの再生など）あるいは河道内の瀬淵構造の再生が重要であり、標津川の蛇行再生や松浦川の氾濫原湿地の再生などの自然再生が始められている。

4. 自然再生と維持管理

多摩川の河原の再生を例に自然再生の概念図を図-1に示した。この図は、円形の状態を人為が入っていない状況とし、人為的なインパクトにより円がつぶれることにより環境への影響を示した。近世までは砂利採取や水田開発、玉川上水による取水、周辺の水田開発などがあったが、環境への影響は小さかったと考えられる。一方、高度成長期、小河内ダムの建設や多摩川上水取水量増加による平常時流量の枯渇、砂利掘削、それによる複断面化、水質悪化など環境に大きな影響がなされ、円は大きくつぶれた。近年、水質も改善され維持流量の放流がなされた。そして河原の自然再生が行われ、つぶれた円は元に近い形へと再生されている。

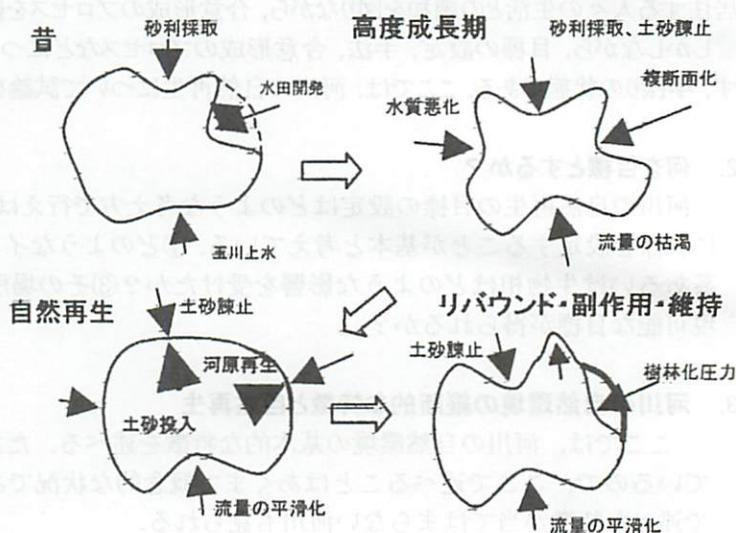


図-1 自然再生の概念図

しかし、このままの状態では放置すると、上流にはダムや堰があり流下してくる土砂が少なくなっていること、流量も平滑化されていることなどから、再び樹林化が生じる可能性がある。また、土砂投入により、一部の淵が埋まるという副作用も生じている。多摩川では樹林化圧力、土砂隲止に対する植生の管理や土砂投入などの自然環境を維持するための何らかの行為が必要と考えられる。このように、人間が河川周辺に居住し、生活をしている限り、人為的なインパクトをゼロにすることはできず、再生した自然を維持するためには何らかの維持管理が必要になることがわかる。なるべく人の関与が少ない、管理不要の自然再生が望ましいという意見もあるが、人間の影響が完全に排除できない現状においては、最小限の維持管理は必要という考え方が現実的であろう。

5. 合意形成プロセスと専門家の役割

自然再生に対する知見は十分ではなく、事業実施後、モニタリングを行い、分析し柔軟に計画を変更していくことが重要である。そのためには、深い専門的な知見をもった専門家の関与は必須である。一方、自然再生事業は人が暮らしている場所で行われ、場合によっては人の暮らしに影響を与える場合もあるので、地域住民との合意と協働の中で進めることが重要である。専門家の参加と住民との協働の両者が必要であるが、その協調が十分に図れない場合も見られる。専門家が前に出すぎると住民は下がってしまうからである。両者の関係をバランスよくとった、合意形成のプロセス作りが自然再生には特に重要である。

参考文献

- 1) 河川生態学術研究会千曲川研究グループ、千曲川の総合研究、2001.
- 2) 河川生態学術研究会多摩川研究グループ、多摩川の総合研究、2000.

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)

1. 湖の富栄養化

湖の富栄養化が大きな社会問題となってから久しいが、これはいまだに湖沼環境に関わる最も大きな問題となっている。富栄養化の問題はアオコの発生に起因する。アオコはマイクロキスティス(*Microcystis*)などラン藻と呼ばれるグループの植物プランクトンが大量に発生して水質を悪化させる現象である。この原因はさまざまな人間活動に付随して増えた湖への流入栄養塩にある。したがってその解決には流入栄養塩量を減らせばよい。しかし、下水処理場をつくるなどしてその努力をしているが、いまだに問題は解決されていない。

栄養塩はいわば植物プランクトンの餌であり、湖でこの餌が増えたためにアオコが発生した。その発生を抑えるには餌を絶つのが最もよい方法だが、それがなかなかむずかしい。もう一つの方法としてアオコをつくる植物プランクトンの天敵を増やすという方法が考えられる。

今、その天敵を用いたアオコ退治法が注目されている。その天敵とは、大型のミジンコである。

2. ミジンコ

ミジンコは甲殻類に属し湖沼の代表的な動物プランクトンである。さまざまな種がいるが、日本の湖でよく見られる大型種はカプトミジンコ(*Daphnia galeata*)で、体の大きさは0.6~2mmほどである。一方、小型ミジンコの代表はゾウミジンコ(*Bosmina longirostris*)で、体は0.2~0.5mm程度の大きさでしかない。これも多くの湖で最も普通に見られるミジンコである。

ミジンコには普段は雌しかない。雌の個体が交尾もせずにお卵をつくり、そこから雌の個体が発生する。卵は背中の育房内に生み出され、そこで発生が進む。発生の進んだ胚は、親と同じ形態になり、親が脱皮をするときに育房から泳ぎ出す。水温23℃では、生まれて4~5日で成熟し、その後は2日に一回の頻度で産卵する。一回の産卵数は10~40個ほどである。寿命は23℃では3~4週間程度と短い。全ての個体が雌で、成体になっても繰り返し産卵するので、ミジンコの増殖速度は速い。環境が良ければ短期間で湖はミジンコでいっぱいになる。

ミジンコには雌しかないと言ったが、餌不足、水温の低下、湖沼の乾燥化など環境が悪くなると雄が現れる。そして成体の雌が湖で増え始めた雄と交尾をして耐久卵をつくる。この卵は親の脱皮殻について湖底に沈み休眠状態となり、悪環境を堪え忍ぶ。環境が好転したときにそこから雌のミジンコが生まれ、単為生殖を繰り返しながら増殖し、再び湖を席卷するのである。

ミジンコは胸部に5対の脚(胸脚)を持つ。その第3・第4胸脚に細かい毛(濾過肢毛)が生えていて、それを用いて水中の粒子(主に植物プランクトン)を濾し集めて食べている。植物プランクトンを食べる速度(摂食速度)はミジンコの種や体の大きさに依存して異なる。体長3mmのダフニアの摂食速度は体長0.5mmのゾウミジンコの85倍にもなる。また、大型のダフニアは口器が大きいので、小型ミジンコが食べられないような大きな植物プランクトン(サイズが40μm以上)を食べられる。一方で濾過肢毛が大変に細かく、小さな粒子(サイズが1μm以下のバクテリアなど)も効率よく摂食する。それゆえに大型ミジンコは植物プランクトンの天敵と言えるのである。実際に、大型のダフニアが湖で増えて餌を食い尽くし、湖の透明度が著しく上昇するという現象がよく観察される¹⁾。

となると、富栄養湖でダフニアが増えればアオコの発生を抑えられるかもしれない。ところが、アオコが発生するような富栄養湖にはダフニアが少ない。なぜだろうか?

一つの大きな原因に魚の存在がある。大型のダフニアは魚のよい餌となる。富栄養湖では魚が多いためにダフニアが増えられないというのがその理由である。

それなら富栄養湖で魚を減らせば大型ミジンコが増えてアオコの発生を抑えられるだろう。

この考えは今ではいろいろな湖で試され、成功例をみている。この試みは人為的に生態系構造を変えて水質浄化を図るもので、バイオマニピュレーションと呼ばれている。

3. バイオマニピュレーション

バイオマニピュレーションでは湖に魚食魚(魚を食べる魚)が放流される。魚食魚の放流が小魚(プランクトン食魚:ミジンコを好んで食べる魚)を減らし、それが大型のダフニアの増殖を招き、

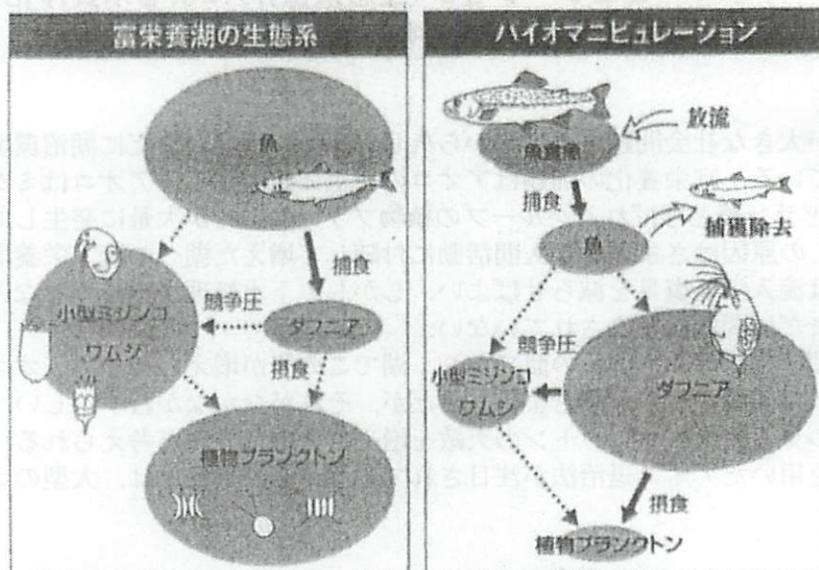


図1. バイオマニピュレーションによる湖沼生態系構造の変化
 左は通常の富栄養湖の生態系。魚が多いために大型ミジンコのダフニアが少なく小型ミジンコやワムシが多い。そして、植物プランクトンも多い。右はバイオマニピュレーションによって変化した生態系。魚を減らした結果、ダフニアが増え、植物プランクトンが減る。太い矢印は影響が強いことを、点線の矢印は影響が弱いことを示す。

植物プランクトン量の減少を導き、その結果湖の透明度が上がるというものである(図1)。

これはアメリカのシャピロのアイデアであり、彼はこれをミネソタ州にある小さな湖、ラウンド湖(面積12.6ha)で試した²⁾。そこでは湖にブラックバスやウォールアイという魚食魚を放流した。その結果、プランクトン食魚が減って動物プランクトン群集構造が大きく変化した。すなわち、それまで小型のゾウミジンコが優占していた湖が、大型のダフニア(*Daphnia pulex*; 体長約3mm)の優占に変わったのである。そして、2m程度であった湖の透明度が4~6mにまで上昇したのである。

その後、イオマニピュレーションは欧米の多くの湖沼で試みられており、多くの成功例が報告されている³⁾。ところが、日本ではこれまでバイオマニピュレーションは行われてこなかった。これには、バイオマニピュレーションという水質浄化方法が広く知られていなかった事が一因として考えられる。さらに、「魚がたくさん棲めるようなきれいな湖にしましょう」といったことばが水質浄化のキャッチフレーズとして頻繁に使われていることからわかるように、魚の存在が水質汚濁に関わっていることを人々が認識していなかった事も重要な要因であっただろう。

そのような中で、今、日本の湖沼として初めてのバイオマニピュレーションが長野県白樺湖で行われている。講演では、紹介しながら湖沼水質の管理について考える。

参考文献

- 1) Shapiro, J. (1980) The importance of trophic-level interactions to the abundance and species composition of algae in lakes. In: Hypertrophic Ecosystems (Eds. J. Barica and L.R. Mur). Junk, The Hague.
- 2) Shapiro, J. and D.I. Wright (1984) Lake restoration by biomanipulation: Round Lake, Minnesota, the first two years. *Freshwat. Biol.*, 41: 371-383.
- 3) Drenner, R.W. and K.D. Hambrecht (1999) Review: Biomanipulation of fish assemblages as a lake restoration technique. *Arch. Hydrobiol.*, 146: 129-165.

《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)

はじめに

近年、日本の多くの河川において植生が繁茂し、特に高水敷における樹林化が報告されている(例えば Maekawa & Nakagoshi 1997 など)。高水敷の樹林化には河床の複断面化の進行が関連している場合が多く、それには河道掘削、砂利採取、河床横断工作物、洪水流量の減少などが複合的に影響を及ぼしている(末次 2002)。

高知平野の東部を流れる物部川は河床の植被率がが高く、急激に樹林化が進行している河川の一つである。国土交通省高知河川国道事務所は物部川の下流域において自然再生に向けた植生誘導のための試験を開始しており、演者も助言者として関わっている。今回は最近約 30 年間の物部川下流域(新物部川橋から河口まで)における植生変遷を紹介し、植生誘導試験の経過にも触れながら、自然再生事業の可能性について述べてみたい。

物部川下流域の植生変遷

過去の空中写真(1975, 1983, 1992 年撮影)と、これまでに 3 回行われた河川水辺の国勢調査の植生図を用いて植生の繁茂状況の変遷を調べた結果(表 1)、以下のことが明らかになった(澤田 2003; 西岡 2004)。

- 1) 1975 年に植被率が高かったのは、流水面との比高差が 2m 以上の立地と河口近くの砂礫堆で、それ以外の場所の植被はわずかであった。1983 年までに砂礫堆の中央から下流側にかけて草本群落が増大し、河口近くの砂礫堆では草本群落の一部が低木林に変遷した。1992 年にはほとんどの砂礫堆の全体にわたって草本群落が増大した。1997 年には低木林の一部が亜高木・高木林に発達した。
- 2) 植被面積の増大している木本群落は、ナンキンハゼ群落、アキニレ群落、アキグミ群落などであった。特にナンキンハゼ群落の占有面積の拡大速度は急激であった。
- 3) ナンキンハゼ群落はヨモギメドハギ群落から遷移した林分が多く、高燥な立地で分布を増大する傾向を示した。
- 4) 草本群落で面積の増大が目立ったのは、チガヤ群落、シナダレスズメガヤ群落であった。逆に減少していたのはツルヨシ群落、ヨモギメドハギ群落(カワラヨモギ・カワラハハコ群落を含む)であった。これらの変化は砂礫堆に砂などの細粒な物質が堆積することによって引き起こされていた(石川・西山 1998)。

植生誘導試験

最下流部右岸の砂礫堆では、20-30 年前には一部でカワラヨモギやカワラナデシコの優占する典型的な礫河原植生が成立していた。しかし、砂礫の上に粗砂や中砂が数十 cm 堆積し、中央部にはセイタカアワダチソウ群落、ノイバラ群落、縁辺部にはツルヨシ群落が卓越する極めて植被率の高い安定した植生が成立するに至った。この安定化した植生にカワラヨモギやカワラナデ

シコの優占する礫河原植生や短茎のチガヤ群落を誘導するための試験が行われている。試験はまだ継続中であるが、細粒な表土を取り除いた跡地にカワラナデシコやチガヤの種子を播種した実験では、その有効性が確認された。しかし、昨年洪水時に新たな細粒物質の堆積が観察され、何らかの対策を施さなければ、過去に起きた植生遷移を再び繰り返す可能性が高い。

自然再生の可能性

河床の複断面化と樹林化が進行している物部川下流域において自然再生事業を行う必要があることは、多くの人たちが認識していることと思うが、復元目標の設定のためには樹林をめぐらや越冬地に使用している鳥類やアユなどの魚類や水生生物の生息地にも配慮しつつ、河床全体のランドデザインを考える必要がある。さらに、復元目標とする河床の動態と維持の機構を河川工学的な視点から予測して、順応的に事業を進めなくてはならない。そのためには関連する行政・団体・住民・学識経験者の長期間にわたる綿密な連携が必要になるであろう。

表1 物部川下流域に発達する主な群落型の占有面積の変化

群落型	占有面積(m ²)		
	1991年	1996年	2001年
ナンキンハゼ群落	0	13510	41826
アキニレ群落	0	14641	12747
アキグミ群落	0	2237	5269
センダン群落	0	0	3836
セйкаアワダテソウ群落	28719	81385	49603
チガヤ群落	26687	16297	32435
ツルヨシ群落	182639	145975	96754
ヨモギ・ドハギ群落	232037	167653	63050
シナダレスズメガヤ群落	0	0	11771

引用文献

- 石川慎吾・西山泰 1998. 礫床河川の砂礫堆上に発達するチガヤ群落と表層堆積物との関係. 高知大学理学部紀要(生物学), 19:15-20.
- 末次忠司 2002. 河道・洪水特性と洪水攪乱. 日本生態学会誌, 52:275-279.
- Maekawa, M. & Nakagoshi, N. 1997. Riparian landscape changes over a period of 46 years, on the Azusa River in central Japan. *Landscape and Urban Planning*, 37:34-43.
- 澤田笑子 2003. 高知県物部川下流域に発達するナンキンハゼ林の生態学的研究. 高知大学理学部 2002年度卒業論文.
- 西岡奈帆子 2004. 高知県物部川における過去約10年間の植生動態. 高知大学理学部 2003年度卒業論文.

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川流域振興室）

1 はじめに

人類は古来より川と深く関わり、生活は川へ依存し、水は重要な資源であった。この価値は、現代においても揺るぎはないが、社会基盤の整備が進むにつれ、生活様式が進化（変化）し続けてきた結果、川と人々との関わりが希薄なものとなってきた。

近年、森～川～海の繋がりが生態系的に重要視されるようになり、その過程で人々の生活にも深く関わっていることが、学術的にも明らかにされようとしている。

また、四万十川では、ここ数年「水が減った、水が汚くなった、アユやツガニが獲れなくなった」といった声を住民の方々からよく聞くようになってきた。

こうした背景の中、流域管理の必要性が高まり、高知県では、四万十川の全般的な環境上の評価を行うため、学識経験者で構成する「四万十アドバイザー会議」をH13に設置した。

全国的にも注目を浴びる四万十川において、そこで生活をしている住民の視点から、川を中心とした流域のあり方は何なのか、その取り組みを以下に紹介する。

2 流域管理の構想

戦後の高度成長を推し進める過程において、行政管理として蓄積されてきた貴重な資料は、その社会構造から、縦割り（補助金制度）や行政区分ごとに整理され、流域管理といった視点ではなかった。

しかし、将来を予測するためには、過去の評価が必要不可欠であり、過去からの変遷を定量的に評価するためには、現存する資料を最大限に有効活用することが重要である。そこで、過去（50年位前）からの定点観測や行政区分毎に蓄積された資料を、流域単位でデータベース化したうえで、評価項目（39項目）間の因果関係等について研究を進めることとした。

面積2,270 km²の広大な流域を評価するには、流域の特徴や、人間活動の関わり方など様々な視点が必要となる。そこで、源流域や地形的な特徴のある流域、流域外への取水状況などの観点から、流域を大きく6つに分類した。

更に、流域を構成する山や田畑、市街地、川などが自然界でどのような役割を果たし、また影響を与えているのか、これらを的確に評価するため、3つの分科会（①水収支、②土砂収支、③環境）で研究を深めることとした。

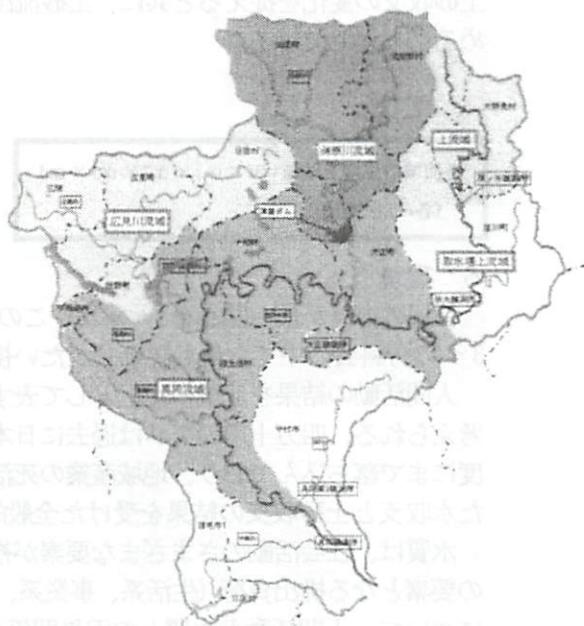
3 水収支

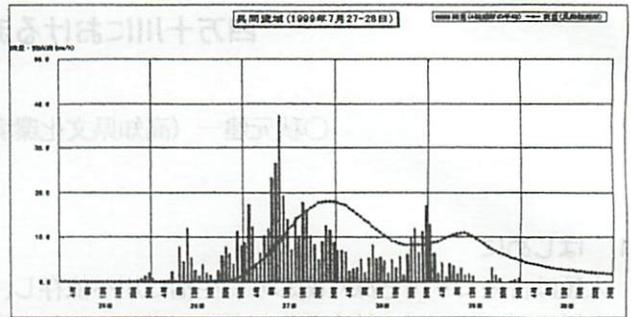
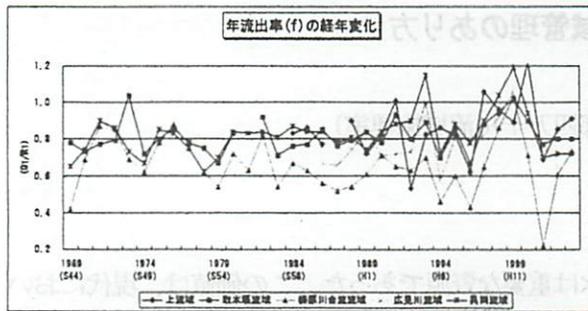
降雨が河川に達するまでの流出構造について、水収支の観点から研究を進めている。

雨量や水量は、古いもので昭和25年からの定点観測の記録が残っており、これらの記録を元に、雨量や水量の過去からの変遷を評価したが、変化の傾向は見られなかった。また、発電や用水など人的コントロールの影響を見るため、季節毎の変化も検討したが大きな変化は見られなかった。

特徴的なものとしては、河川の流出率が全国的に50%程度と言われるなかで、多雨地域である四万十川流域では平均して約80%と高い値を示したことや、気象状況の変化から、50mm/日以上降雨日数が増加傾向にあるということであった。

現在は、ミクロな視点から評価を行うため、ハイト・ハイドログラフのピーク差の変化や雨況・流況曲線から、保水力などの評価を行い、それらと人間活動（発電、用水、植生など）との因果関係を見ることとしている。





4 土砂収支

降雨によって流出した土砂が、海に達するまでの収支について、土砂収支の観点から研究を進めている。流出土砂の情報は極めて少なく、これまで環境と言った視点では当然管理されていないため、曖昧な領域を超えることはできないが、現状で把握できる限りの情報を元に、最も合理的な解析手法を検討した。

土砂収支の基本となる生産土砂量の評価については、空中写真や地形、地質などから推定するのが一般的であるが、いずれも定量的な評価には疑問が残る。そこで、定量的にとらえる一つの手法として流域全体に分布する砂防ダムに着目した。

まず、流域を4つのパラメータ（地形、地質、植生、斜面方向）から評価したうえで、既存の砂防ダムをパラメータ毎に分類、ダム背後地を実測することで、パラメータ毎の堆砂係数を導き出し、流域全体の生産土砂量を算出する。

次に、砂防ダムや発電ダムによる土砂の固定量、砂利採取による流域外への搬出量、これらの条件から、土砂収支の変化を捉えると共に、土砂流出と降雨強度との関係や、河床低下との因果関係について検討を進めることとしている。

各流域の生産土砂量 = $V \times \alpha 1 \times \alpha 2 \times \alpha 3 \times \alpha 4$
(各パラメータ区分)

調査項目	斜面方向	地質区分	植生区分	地形区分	調査係数	備考	
基本生産土砂量 V	西	四万十帯	溝在林	中起伏	10基	50ha以上	=V
斜面方向の影響 $\alpha 1$	東, 西, 南, 北	四万十帯	溝在林	中起伏	9基 (0基*3パターン)		= $\alpha 1$
地形区分の影響 $\alpha 2$	西	四万十帯	溝在林	大, 中, 小起伏	0基 (0基*2パターン)	バウメーター部の係数を算出	= $\alpha 2$
植生区分の影響 $\alpha 3$	西	四万十帯	人工林, 天然林 溝在林	中起伏	0基 (0基*3パターン)		= $\alpha 3$
地質区分の影響 $\alpha 4$	西	四万十帯, 枕父帯	溝在林	中起伏	3基 (0基*1パターン)		= $\alpha 4$

5 環境

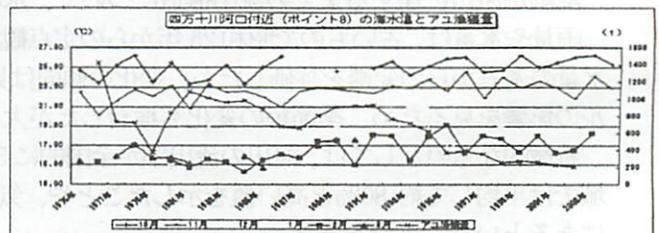
住民の方々が最も関心をもつのが、この環境の視点ではないか。一口に環境と言っても、多種多様であり、3つの分科会の中でも最も評価しがたい視点である。

人間活動の結果を流域の変化として表す指標に水質があり、その影響を受けるものとして魚類（アユ）が考えられる。四万十川のアユは過去に日本一の漁獲量を誇っていた時代があったが、現在では当時の5%程度にまで落ち込んでおり、地域産業の死活問題となっている。環境の分科会ではこの2つの視点を柱に、また水収支と土砂収支の結果を受けた全般的な環境評価が重要な役割となる。

水質は、社会活動のさまざまな要素が複雑に絡んでおり、人々の生活とも密接に関係している。水質悪化の要素となる排出負荷（生活系、事業系、畜産系、自然系）と、その結果を表す流出負荷（BOD、窒素、リン）について、人間活動と水質との因果関係や、自然の浄化能力などを評価していきたい。

アユ漁獲量の減少については、落ち鮎漁の期間や産卵場の保護といった資源管理の問題と稚仔魚期に影響を受ける海水温の上昇との関係などが言われているが、明確な因果関係は証明されていない。今後はアユの生態を共通の認識としたうえで、議論を深めていきたい。

調査項目	調査内容	調査方法	調査期間		調査地点		調査回数	調査結果
			開始	終了	1	2		
水質調査
...



6 おわりに

これまで述べたとおり、流域管理のあり方については、まだまだ研究途上であり、結論にまでは至っていないが、今後1, 2年を目途に学術的な見地から評価を導き出し、今後の流域管理のあり方を構築したい。

また、住民を含めた産・学・官の連携を図るため、様々な立場の方々が四万十川流域について考えていただけるよう、この取り組みを四万十川ホームページで公開するとともに、各種データベースが自由に活用できるシステムを構築する予定である。

『多自然型川づくりを越えて』

吉川勝秀

日本大学 教授 (理工学部 社会交通工学科)

はじめに

自然に配慮した河川整備、すなわち近自然河川工法あるいは多自然型川づくりとよばれる河川整備が始められてから約15年が経過した。本稿では、その背景と経過、その工法の要点を述べるとともに、多自然型川づくりの常識化とそれを越えた川づくり・河川管理、さらには自然と共生する流域圏・都市の再生について述べる。

1. 20世紀後半の河川改修への近自然工法の導入

(1) 20世紀後半の河川改修の背景と経過

20世紀後半の河川整備の様子は以下のものであった。すなわち、都市化の急激な進展とともに、都市を守る治水対策が急務とされていた。そのため、河川整備は川の間際にまで迫った都市的な土地利用の下に、限られた狭い河川用地で治水能力を急ぎ高めることが必要とされていた。この治水整備を促す国民の動きとして、治水整備の遅れを理由として、水害を受けた市民が河川を管理する国や都県を裁判に訴える訴訟が数多く提起された。これらの背景もあり、限られた費用で、限られた河川用地の中で深く掘込み、河岸をコンクリートブロック等で補強した河川が急ピッチで整備されるようになった。

また、河川の構造に関しては、上記の理由の他に、河川護岸に利用されてきた自然の石等の素材の枯渇、職人の減少、そしてコンクリート資材が安価で広く流通し始めたことなどから、機械力を利用しつつコンクリート資材を利用した河川の整備が行われるようになった。すなわち、限られた用地内で深く掘込んだ河川では両側の土の崩落を防ぐために切り立ったコンクリート壁が設けられ、また、川幅の広い川でも川の浸食による堤防の補強あるいは利用されている河川敷地の防御のためにコンクリート性の護岸が幅広く設けられるようになった。1990年前頃までは、このような河川整備に対する批判も少なく、むしろ河川整備を急ぐことが求められていたといえる。河川整備部局も、予算を確保し、整備を急ぐことを当然としていたように思う。

1980年代に入ると、地域整備・都市整備と一体化した河川整備も進められるようになった。ふるさとの川モデル事業やマイタウン・マイリバー整備事業、桜づつみモデル事業などである。しかし、これらの事業でも、生態系、すなわち生物の生息・生育空間としての河川といった視点は乏しいものであった。

河川の自然に対する議論は、世界全体あるいは日本での自然環境への関心の高まりとともに行われるようになった。その象徴的な議論は、大規模な河川事業、例えば長良川河口堰やダム事業への反対運動などで強く出され、国民的な議論にまでなった。

そのような時代に、既に日本でも横浜市のいたち川や山口県の一の坂川などで先駆的に取り組まれていた自然に配慮した河川整備、河川の修復の延長上で、海外で行われるようになっていた近自然河川工法が大々的に導入されるようになった。この動きの中では、行政では関正和氏の貢献も大きかった³⁾。そして、この動きに呼応して、国や大学等の一部の学者や民間人が活躍し始め、徐々に多自然型川づくりが広がり、河川整備は基本的にすべて多自然型川づくりとする時代となった。

(2) 内発的な改善思想と取り組み

このような自然に配慮した河川整備については、思想的にも、あるいは実践の面でもかなり早い時代から提示されていた。

①三全総の思想^{1)、2)、4)}

この国の国土整備に関しては、戦後になって全国総合開発計画（以下、全総）が立てられ、インフラ整備の指針となってきた。第3次の全総（三全総）は、生活圈構想としてのいわゆる流域圏構想で知られる。1972年に提起されたこの構想は、注目されたものの実践にまでは至らなかったが、思想的には時代を先取りしたものであった。その流域圏構想に関する部分では、その時代の様子の記述とともに、川づくりのあるべき姿として以下のように述べている。

“河道の単調な人工水路化等により陸水環境が悪化し、瀬と淵等の河の持つ独特の自然環境が消滅し、多様な陸水生態系が貧困化した。そのため、都市域における貴重な自然・生活環境空間としての機能が衰退している。”

“主として都市を貫流する河川は、土地の高度利用の要請からとかく画一的、単調な単断面の水路になりやすく、瀬と淵を有する多様な陸水環境が損なわれ、貴重な都市域の自然環境・生活環境空間が喪失されることにかんがみ、国土保全施設の整備にあたっては、これに十分配慮する。”

既に述べたように、この流域圏構想は、矢作川流域や五ヶ瀬川流域上流で一部運動論にまで展開したが、全国的には実践にまでは至らなかった。しかし、その思想は時代を越えて徐々に浸透していった。

②先駆的な取り組み（横浜市、鬼怒川等）

自然に配慮した河川整備は、ヨーロッパの近自然河川工法が導入される以前から日本でも先駆的に行われるようになった。既に述べた横浜市のいたち川や山口県の一の坂川などである。

横浜市のいたち川では、急がれた治水整備の結果として単調となった河川の中心部の川底を少し掘り下げ、その土砂を両側の護岸の下の方に寄せた。これにより、植生の力の強い日本では早期に植生が繁茂した。最近では樹木の進入・生育があり、その管理が課題となりつつある。

山口県の一の坂川の事例は、河川の治水整備において、ホタルの生息・生育に配慮した河川整備を行った事例である。

また、急流河川の鬼怒川では、筆者らにより、河川の自然の砂礫を利用して多孔質な空間を有する護岸等を力学的に設計し、職人業を要しない機械力を用いた施工方法で設置することが進められた。

このように、数は多くはないが先駆的な河川整備も行われていた。

写真-1：横浜市のいたち川（整備前、整備後、現在）

写真-2：山口県の一の坂川（整備後）

(3) 多自然型河川工法、近自然河川工法の導入とその後の経過

①過剰な取り組み

多自然型河川工法の導入は、建設省（現国土交通省）河川局が指針を示したこともあり、全般的に見ると比較的急速に全国に広がっていった。その当初は、いわゆる造園的、箱庭的で、自然公物である河川にはあまりそぐわないものが多数設けられた。例えば、その河川で見受けられる土砂や砂礫ではなく、大きな石を用いた河川護岸の整備などである。多自然型川づくりが原則となった現在でも、多自然型の川づくりと叫びつつ、そのようなものが少なくないのが実情である。

②その反省としての議論

多自然型川づくりが導入されてから約10年を経過した時点では、その反省点として図-1に示すような点が指摘されている。

図-1：多自然型川づくり10年の反省・課題

すなわち、図に示すように、それぞれの現場での実践から知見を得て、それ以降の多自然型川づくりの計画、施工、維持管理に生かしていくことが求められる。人の移動が激しく専門家の乏しい行政システムの中で、コンサルタントやNGO等も含めた対応が検討されてよい。

このような状況下で、河川部局や都道府県で多自然型川づくりの担当者会議も毎年行われ、事例のデータ収集・整備も行われるようになり、徐々に経験の蓄積も進められている。

③河川学術生態研究、応用生態工学分野への学者の参入

多自然型川づくり、あるいは自然を内包した川の整備、管理に関して、学識者や行政関係者等により、学術的な研究が進められている。河川学術生態研究や応用生態工学に関わる学者等の活動である。生態系に関わる学者が多く、熱心である。この面での研究は河川工学の新しいホットスポットであり、実際の現場での研究の進展が大いに期待される。

現時点では、多くの研究や議論において、川の動態や河川整備に関わる社会性への認識が乏しいように思われる。今後は、生態系に関わる知見を深めつつ、河川の動態や川の力学的特性への理解、社会性への配慮などが求められるであろう。

④河川改修の工法は伝統工法（その設計に関わる改良・発展）

河川工法は、その多くは近代工法というよりは伝統工法あるいはその延長上のもので、石材をコンクリートの工場製品に置き換え、施工時に機械力を活用したものが多い。特段の近代工法が導入された事例はあまりない。

そのような中で、近年、多様な護岸の力学的な設計法の検討が進み、その川の自然の土砂や砂礫を考慮した多孔質の護岸の設計が可能となってきた¹⁾。また、川の動態、たとえば河川区間（セグメント）と河岸浸食の特性などが知られるようになってきた。これらの知見を活かして、不要な場所に護岸を設けないことや、設ける場合にもその河川の特性に応じた多自然型川づくり、伝統工法による川づくりを進めることが求められるようになった。

⑤全国的に見た場合

個々の現場での工夫した多自然型川づくりを行うという視点に加えて、年々膨大な箇所で行われる多自然型川づくりの質の向上が必要である。個々の現場での実践から得られた知見を他の箇所を活かしていくという、いわゆるスパイラルアップの視点も重要である。

この観点からは、災害復旧・改良工事での多自然型川づくりもその対象に含まれる。近年では、災害復旧・改良工事も含めて、河川整備は環境に配慮した河岸の防御として、多自然型工法で行うとされている。その実態は、概ね下記のような状況である¹⁾ (行政上の区分)。

- ・ 植生による川：シバやヨシ、ヤナギなどの植生によって河岸等を防御するタイプの川。
- ・ コンクリートのない川：護岸等を石材、木材等のコンクリート以外の材料で施工した川 (柳枝工等の伝統工法を含む)
- ・ コンクリートの見えない川：コンクリート材を用いているが、覆土等で河岸等を施工したタイプの川 (法枠ブロック等で大部分が植生で覆われているもの等を含む)
- ・ コンクリートの見える川：コンクリート等が河岸等の表面に見えるタイプの川 (植生ブロック等でコンクリートが見えやすいものを含む)

整備の実績を見ると、通常の河川整備ではコンクリートの見えない川が、災害復旧工事ではコンクリートの見える川が多い。

このようにして全国で毎年行われる膨大な河川整備の質の向上、多自然型川づくりの常識化も重要なテーマである。そして、その場合の専門家 (行政担当者、コンサルタント、そしてNGO) の育成、質の向上は、それぞれの仕事の範囲や人的な異動等を考慮して進めるべき重要なテーマである。長く関わっている市民側で専門家が育ってきている近年の状況下で、従事する期間の短い行政担当者や仕事単位でしか従事しないコンサルタントとといったいわゆる専門家・担当者の側の課題を克服する必要がある。全国の他の現場での経験を活かすといったスパイラルアップの仕組みや、計画・設計・施工・事後調査と評価の手順のプロセス規定化をするとともに、各段階への学識者や経験豊富な市民の参加を組み込むことなどである。

2. 多自然型川づくりのポイント

ここでは、以上のような経過を経てきた多自然型川づくりについて、その常識化を図る上でのポイントを整理しておきたい。

自然を内包した川づくりは、単に環境のみを目的とするものではなく、治水上の整備や地域の河川空間としての整備等も兼ね備えて行われるものである。その観点から、基本事項と実際について述べる。

(1) 多自然型川づくりと河川管理の前提等の事項

自然を内包した川づくり (多自然型川づくり)、河川管理は、「望ましい、求められる川づくり」、あるいは「川への働きかけ、維持管理」を含めた概念であり、河川環境の保全、河川の空間利用、治水・利水といった課題を総合的に進めていくということである。単に川づくりの技術ということだけではなく、まちづくり、地域づくりという視点が大事であり、地域参加・住民参加、さらには川づくり・まちづくりに関わる地域主体の形成という課題がある (図-2)。河川の管理者、市民工学としての河川技術者には、河川の整備や維持管理に関する各種の情報、知識、経験の蓄積を図るとともに、それらを総合化しながら判断をし、説明ができるということが求められている。

図-2 自然を内包した川づくり（多自然型川づくり）の全体像

川づくりの基本的な方針は以下のようである。

○治水：治水のレベルの設定。すなわち高水計画、流量配分、流域治水をどのように設定するかを定める。河道で流す計画、遊水地等で貯める計画、氾濫を許容して流域治水で対応する計画などがある。

○環境：環境に対する基本方針、環境目標の設定などを行う。

○利水：利水に関わる基本方針等を設定する。

○河川利用：地域の空間としての河川の利用・活用や環境、教育、観光等での利用についての方針等を設定する。地域計画、都市計画としての位置づけ（都市の面積の約1割は公共空間である河川空間）を検討する。「河川空間」、河川空間を含み一定幅以上の周辺地域を含む「沿川空間」、「流域空間」の視点での検討も行う¹⁾。

(2) 河道の計画

① 基本的事項

○治水

氾濫を防ぐ。

“堤防は護岸、水制その他これに類する施設と一体となって、計画高水水位以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とする（「河川管理施設等構造令」）”ものである。この観点から、護岸の要不要を検討する。

既往の浸食経験、河川特性の類型化とそれに対応した浸食に関わる知見を参考とする。護岸が必要な場合は、護岸の力学設計法による多孔質の護岸設計を行う。

順応的対応（見直し、アダプティブ・マネジメント）を行うことも検討する。

護岸を設けずに、河川敷地の土地を広く確保することも抜本的な方法の一つである。

○環境

河川の環境の保全、整備、創造を考える。生物の生息、生育空間の保全を行う。エコトーン、ビオトープの考慮、水・物質循環の確保等を行う。

○利水

農業利水（取水堰等の施設）、上水利用等に配慮する。生態系の連続性の観点から農業用水路との接続を考慮する。

○河川利用

河川空間、沿川空間、流域空間の視点で検討する。

以上の4項目を総合的に考慮して、河道計画としての多自然型川づくりを行う。河道および周辺との接点としての川づくりを計画する。

上記の治水、環境、利水、河川利用等の要請とともに、川の特長、地域の要請（短期的、長期的）、用地の確保等を総合的に考慮して、多自然型川づくりを計画する。

計画段階、施工段階、整備後の維持・管理段階での対応が必要である。

災害復旧、改良においても、通常の計画的な河川整備と同様、多自然型川づくりを行う。

② 河道計画の事例

早い時期に災害復旧・災害関連事業として検討・実施された新潟県の関川での自然に配

慮した河川整備は、実践的な事例として参照されてよい（図－3）。

図－3 関川の河川整備の断面（川幅の広い区間。多自然型川づくり）

③河道計画上の考慮すべき知見

河道計画上の知見として、その検討の基本的な方向、川のセグメントとその特徴に関わる事項（図－4）、さらには順応的な河川管理がある。

検討の基本的な方向としては、河岸の防御の考え方（図－5）が、また川のセグメントとその特徴ではセグメント（河川の区間）に応じた以下のような河岸浸食幅が知られる。

- ・ セグメント1：40m程度。
- ・ セグメント2－1：川岸高（高水敷前面の河床高と高水敷高の差）の5倍程度、30m以下が多い。
- ・ セグメント2－2：川岸高の2～3倍程度、20m以下が多い。
- ・ セグメント3：川岸高の2～3倍程度、20m以下が多い。

河道計画検討に当たっての基本的事項を表－1に整理して示した。

河道の管理については、順応的な管理が求められる。順応的管理（見直しによる管理）は、不確実性を前提として、目標（仮説）を立て、実験し、検証する。現状は突然変化するものとしてとらえ、受容できる失敗から学ぶことを前提としている。

図－4 川のセグメントとその特徴⁵⁾

図－5 河岸の防御の考え方

表－1 河道計画の基本的事項

（3）河道の設計に関する知見¹⁾

護岸、水制等は、広い高水敷地がある場合や水裏である場合などでは、通常は作る必要はない。必要な場合には多自然型で、生態系の保全等を考慮に入れて計画する。

①堤防や掘込み河道の河岸防御の考え方

堤防は、護岸、水制その他これらに類する施設と一体となって安全な構造とするものである。

・ 幅広い高水敷地があれば、多くの場合、護岸、水制は必要ない。高水敷地の浸食可能範囲を推定して護岸の要不要を判断し、必要な場合は多自然の構造等を計画する。

・ 近年は、その考え方を“河岸防御ライン”という概念で整理しているものもある。従来は経験工学といわれていた護岸について、護岸背面土砂の吸い出し防止材を利用した上で設計する「護岸の力学設計法」も提示されている。

②有堤河川の横断形の知見

河川の横断形状の設定において、氾濫を防止するための堤防の安全を確保するため、高水敷の浸食幅の想定が重要である。河川区間の特徴に応じたその目安に関わる知見がある。また、堤防の安全を確保する上で、河岸防護上必要な高水敷幅を想定しておくもよい。

③掘込み河道の河岸の防御

堤防と同様に、流水の作用に対して必要な場合に護岸等を計画する（例えば、前述の1

995年7月の関川水害後の災害復旧・関連事業での新潟県での計画、実施事例)。また、都市河川等で限られた川幅の中で流下能力を確保するため、両岸の法面を急にして掘り込む河川では、その法面の安定を確保するために護岸が必要となる。掘り込んだ都市の河川の両岸の護岸の圧倒的多数は、このためのものである。

④岸の被災形態と護岸

- ・河床洗掘による被災：基礎工前面での洗掘を契機として、基礎工及びのり覆い工が被災を受ける、最も顕著な被災形態。
- ・すりつけ部からの被災：護岸とその上下流の護岸未施工区間とのすりつけ部での被災例。
- ・のり覆工の被災：のり覆い工の自重による摩擦抵抗よりも、抗力・揚力が卓越することにより被災する例。
- ・天端工及び天端保護工の流出：天端部分で大きな流速が生じたため、めくれや滑動が生じ、被災する例。最悪の場合、のり覆い工の破壊に至る。
- ・背面土砂の吸い出し：護岸裏面の堤体土が吸いだしを受けて護岸全体が破壊にいたる例。

(4) 狭義の多自然型川づくりのポイント (中小河川を中心に) ^{1), 6)}

①基本的な考え方

○多様な河川形状を保全・復元する。

川づくりにあたっては、洪水を安全に流下させるとともに、その川の地形的な特性を知り、川の多様な地形を保全することにより、生物の多様な生息・生育の場を確保する。安易な河道の直線化や定規断面化を避け、川自身が川をつくる作用を最大限に活用し、多様な河川形状を保全・復元することに努める。

○連続した環境条件を確保する (図-6)。

図-6 川の連続した環境条件

○生物生態系の保全を図る。

○水循環を確保する。河岸で地下水・雨水の浸透水等の自然の流れを遮断しないように工夫する。

②計画の視点

○どういう川の姿を参考とするか

計画を行う際には下記の川の姿を参考にする。

・大幅な改修が行われる以前の「もともとの川」の姿 (例えば、高度経済成長期以前の大幅な改修が行われる以前の川の姿)。

・川づくりを行う地点の上下流にあって、人為的な影響が少なく、良好な自然環境が保たれている川の姿。

・地形や気候が類似し、人為的な影響が少なく、良好な自然環境が保たれている他の川の姿。

③水域において留意すべき事項

○低水路は平坦な河床を避け、自然な形状の河床となるようにする。

○低水路の滞 (みお) 筋の幅、横断形はもともとの川の低水路幅を参考にする (図-7)。

図-7 もともとの川と改修後の川の断面（単断面、複断面）

- 低水路の法線形はもともとの川の低水路の法線形を参考にしてゆるやかに蛇行させる。
- 床止めを設置する場合は、川の連続性や水生生物の移動等に配慮する。
- 瀬と淵ができるようにする。
- 山付き部の淵は極力保全する。
- 湾曲部や河岸の入り組みは残してよどみができるようにする。
- 支川・水路との連続性を確保する。フナやナマズ等の淡水生物の多くは水田、農業用水路そして河川・湖沼を行き来して繁殖・生息するので、その連続性の確保が重要である。

④水際域において留意すべき事項

- 生物の多様性を確保するため、水際は可能な限り固めないようにし、河岸防御が必要な場合には、多自然型の河岸とする。

⑤陸域における留意すべき事項

- 高水敷（中水敷）の高さは将来の植生の繁茂・土砂の堆積状況を考慮して設定する。
- 河岸の法勾配はできるだけ緩くする。しかし、河岸の法勾配をきつくした方が多様な環境を形成できる場合もあるので、環境面から十分考慮して定める。
- 河畔林や河畔の樹木はできるだけ保全する。ただし、河道内での近年の樹木の繁茂は、治水上也、また、もともとのその川の自然という面からも問題がある場合が多く、保全と管理の両面から検討を要す。冠水頻度との関係で高水敷・中水敷の高さを検討する。

⑥横断計画の基本的な考え方

現況流路を基本にする。

低水路は、河川特性によって、河道変化が生ずるので、予測と管理が必要になる。横断形状における河道変化にはパターンがある^{1)、5)}。

（5）災害復旧・改良工事での多自然型川づくり

河川整備の相当多くの部分は、災害後の復旧・改良工事により行われるので、そこでの多自然型川づくりは重要である。この場合の多自然型川づくりは、上に述べた基本的事項と同じであるが、その際の手引きとして、『ふるさとの山河を守る災害復旧基本方針』がある⁷⁾。

（6）多自然型川づくりの実施（施工）段階での配慮

下記のような事項が重要である^{1)、8)}。

○基本的な考え方

チームプレーで川づくり／川づくりの目標を現場に引き継ぐ／現場を重視し柔軟な対応／つくり過ぎない／少しづつ、試しながら／ミティゲーション／コスト意識と環境意識／市民の理解。

○設計段階の配慮・工夫

完成イメージを表現／設計図面に施工の要領や配慮事項を表現／自然材料を選定する際には様々な条件を考慮／施工時期や工区に配慮して施工計画を工夫／周辺に与える影

響を考慮して仮設計画を工夫。

○計画段階における環境影響の分析

ゆとりある工期設定／関係者間での意識の共有と工事への理解を図ること／専門家等との協力体制を整えること。

○実施段階における配慮

河川の状況に合わせて施工／現場の変化状況に応じた対応／環境に配慮した施工機械の採用。

(7) モニタリング、河川の維持管理

多自然型川づくり後には、その成果等のモニタリングを行い、その結果を今後の川作りに反映させる。また、つくりっぱなしではなく、見直し・順応的管理、さらには生じた問題への対応等、河川の維持管理が重要である。

(8) 多自然型川づくりのケース・スタディ

①関川（新潟県）

初期の段階の多自然型川づくりで、急流河川の災害復旧改良事業である。新潟県の関川の災害復旧改良事業で、急流河川の河岸浸食が特徴の災害であった。

1995年の関川の災害は、洪水による河岸の浸食で関川の河幅が数倍に拡大するほどの規模であり、災害復旧改良工事で大幅な河道拡幅が実施された。災害復旧とあわせて多自然型川づくりの検討がなされており、全国的にも先進的な役割を果たしたという点で高く評価されてよい。関川での実践は、1998年6月の「美しい山河を守る災害復旧基本方針」の策定につながっている。

あわせて、住民参加や「川の一里塚」（久比岐野川街道）などが実施されており、まちづくりという点でも先進的な取り組みをしている。

写真－3 改修後の関川

②いたち川（横浜市）

単調な河川断面で改修された河川において、平坦な河床を掘り下げ、その土砂を河岸側に置くことにより自然な河床形態として植生の復元が行われた。この川では、公園事業と一体となって河畔の歩道や公園も整備されており、都市の中の川として利用されている。

写真－4 都市の空間として利用されている現在のいたち川

③茂漁川（恵庭市）

単調な河川を多自然型の川に改修した。幅の広い部分の設置や旧河川水路の保全による生態系への配慮とともに、河畔の散策路、トイレの整備等が行われている。都市の河川として、良好で利用される河川となっている。

写真－5 多自然型での改修後の茂漁川

④雪谷川（岩手県軽米町）

災害復旧改良において多自然型の川づくりを行うとともに、地域での川の利用に配慮した整備が行われた。

写真－6 自然と利用に配慮した災害後の雪谷川の河川整備

（9）川の自然再生

川の自然再生そのものを目的とした取り組みが進められるようになった。その取り組みが、鉦路川、荒川、丸山川、鬼怒川等で進められている。このような取り組みが今後、全国の河川等で進められるものと考えられる。

（10）マネジメントサイクルとしてのノウハウの蓄積と普及

多自然型川づくりの常識化は、個々の先進的な事例からの知見、全国での実践からの知見等を活かしつつ、川づくり、河川管理のマネジメントサイクル（プロセス規定）の中で図られる必要がある。それに携わる専門家（行政担当者、コンサルタント、NPO）の成長と育成、そして市民参加というプロセスの規定あるいはその常識化の下で実践されていくべきものである。この面で、公的な機関による全国での実践事例の情報の蓄積と提供・普及、そして全国の実践事例を取り巻く人のネットワーク化が求められる。

全国的な担当者会議等での定期的な検討とその成果のフィードバックは重要である。適切なテキストの普及や比較的長期間にわたって活動を継続できるNPOの活動も重要であろう。

また、多自然型川づくりの手引きの作成と普及、そして将来的には川づくりの手引きとされている河川管理施設等構造令や河川砂防技術基準の解説のみならず、最低の基準の明示とともに、計画策定から施工、維持管理に関わる住民参加も含めたプロセス規定化も検討されてよいであろう。

3. 多自然型川づくりを越えて

（1）常識化されるべき手段

多自然型川づくりは、河川整備の手段である。そして、その導入が、前述のような20世紀後半の河川整備への反省から生まれたものであることから、自然への配慮が常識となり、自然再生も議論・実践されるようになった現在では、治水整備における常識となるべきものである。関正和氏のいう“多自然型川づくりが死語となる時代”に至っている³⁾。

多自然型川づくりから、それを内包した川づくり、河川整備、河川管理が進められる時代である。

（2）治水だけ、生態系だけではない川の空間

そして、多自然型川づくりは、上に述べたように、治水、利水、環境面での河川整備とともに都市・地域の空間としての整備として、総合的に行われるべきものである。

治水単独目標から生態系への配慮、それらの両立といった視点に加えて、地域・都市の空間としての河川整備という視点が重要である¹⁾。

図-8に示すように、河川空間は、都市の面積の約1割を占め、広大で連続した公共空間である¹⁾。これからの時代の都市の再生においても、重要な空間である。そのことも念頭においた河川の整備や管理が求められる。

図-8 都市に占める河川空間の割合等¹⁾

首都圏で見ると、この百年で図-9に示すように、多くの河川と水路が地下化あるいは埋め立て等により消失した。消失した河川の上の大半は道路となり、その下に地下管路(下水道)が流れている。東京東部の中川・綾瀬川下流域でみると、水路網の約83%が消失している。しかし、このような経過を経た後の現在でも、図-8に示したように都市には広大な河川空間等が存在している。この河川空間等を活かすとともに、消失した河川や水路の復元も考えられてよい。そのような動きは、後述のように、国内のみならず世界でも見られるようになった^{1)、4)、9)}。

図-9 この百年での河川・水路網の消失

(3) 自然と共生する流域圏、都市の視点(水物質循環、生態系、都市の空間)

わが国の都市では、①河川流域を単位とした自然基盤の上に都市が成立・発展してきたため、②その後人口・経済の集中で環境負荷を流域圏にもたらし、③都市が成立するための流域圏の自然基盤が崩壊しているため、現在では流域圏全体の自然環境の保全・修復が求められている。この観点から、流域における水や物質の循環、生態系の健全化や自然と共生する都市の再生が議論されている^{1)、2)、4)、9)}。

河川は水・物質循環とともに水域生態系の中核となっており、また河川の水系とそれによって形づくられた流域圏は陸域生態系の基盤(ランドスケープ)を形成している。また、都市域での河川空間は広大である。これらのことから、自然と共生する流域圏・都市の再生において、河川の整備と日常的な利用、管理は重要なテーマである。

そこでは、治水問題の解消・軽減、自然への配慮、自然の修復に加えて、人々の河川へのアクセスの整備や川に沿った移動経路の整備といったことが行われる必要がある。ここでは、高齢化社会の河川空間として、川のユニバーサルデザインまでもが考慮され、実践されるべきものである^{1)、10)、11)}。

このような視点での河川整備の事例としては、日本では北九州市の紫川、名古屋の堀川、大阪の道頓堀川、徳島の新町川の再生などがある。また、世界で見ると、韓国の暗渠化されていた川の蓋を取り、上空にあった道路を撤去して川の再生から都市の再生を進める清溪川の再生、シンガポールのシンガポール川の再生からの都市再生、上海の蘇州川や北京の高梁川からの都市再生などが挙げられる^{1)、4)、9)}。

写真-7 上空の道路を撤去し、河川を再生し、都市を再生している韓国ソウル・清溪川再生プロジェクト

写真-8 埋められた運河を再生し、都市を再生している中国北京・高梁河再生プロジェクト

エクト

自然共生型流域圏・都市再生、すなわち都市や地域の自然を含めた再生において、流域圏の視点でのプランニングが求められる時代となっている⁴⁾。

また、これらの水や物質の循環、生態系、さらには持続的な都市の発展・再生を、発展途上国等を含めた人口急増地域も含めて、都市文明と水、流域圏の視点から計画・管理することが求められている。

このような時代において、多自然型川づくりは、その手段として広く常識化されるとともに、自然と共生する都市・地域の再生等の視点からその一貫として考えられてよい。

おわりに

本稿では、多自然型川づくりについて、それが既に常識化されるべき時代に至っていること、そしてその要点、さらには河川整備の手段としての議論から、多自然型川づくりを越えた流域圏・都市再生といったより幅の広い視点からの川づくりについて述べた。

多自然型川づくりの常識化に関しては、その要点を示すとともに、今後、そのテキストやデータベース、取り巻く人のネットワークの必要性を述べた。本稿は、これからの時代の多自然型川づくりを常識化した河川整備について、その大まかな事項を述べたものであるが、今後、より分かりやすいものとして整理し、刊行したいと考えている。

自然と共生する流域圏・都市の再生や川からの都市再生に関しては、参考文献1)、4)、9)を参照いただくと幸いである。

<参考文献>

- 1) 吉川勝秀：『河川流域環境学』、技報堂出版、2005
- 2) 吉川勝秀：『人・川・大地と環境』、技報堂出版、2004
- 3) 関正和：『大地の川』、草思社、1994
- 4) 石川幹子・岸由二・吉川勝秀編著：『流域圏プランニングの時代』、2005
- 5) 山本晃一編著：『護岸・水制の計画・設計』、山海堂、2003
- 6) 中小河川における多自然型川づくり研究会編著：『中小河川における多自然型川づくり』、リバーフロント整備センター、1998
- 7) 全国防災協会：『美しい山河を守る災害復旧基本方針』、2002
- 8) リバーフロント整備センター：『多自然型川づくり-施工と現場の工夫-』、1998
- 9) 吉川勝秀編著（リバーフロント整備センター編）：『川からの都市再生』、技報堂出版、2005
- 10) 吉川勝秀編著：『市民工学としてのユニバーサルデザイン』、理工図書、2001
- 11) 吉川勝秀他編著：『川で実践する 福祉・医療・教育』、学芸出版社、2004

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

1. はじめに

高知県南国市奈路は、四国山地のふもとにある山あいの地域である。その奈路地域を流れている奈路川は、住民の生活用水としても、また遊び場としても大切な川である。奈路川については、小学校でも学習活動の題材として多く取り上げ、地域住民といっしょに奈路川の水質調査や清掃活動などに取り組んでいる。

2004年度は、前年度に奈路川を下って調べた結果をもとに、もう一度指標生物を調べたり、昔から地域に住む住民に昔の奈路川の様子について聞き取ったりして、総合的な学習として取り組んだ。

2. 調査内容

- (1) 奈路川の上流まで上り、奈路川の水の様子と水の使われ方を調べた。
- (2) 奈路川から国分川まで下り、透視度調べやパックテストを行い、水質の変化などを調べた。
- (3) 奈路川にすむ指標生物を3箇所に分かれて探し、奈路川の水質を調べた。
- (4) 昔の奈路川の様子を聞き取り、今の奈路川と比べてみた。

3 調査の様子

→写真参照

4. 調査の成果と今後の活動

今の5年生は環境調査を2年連続で行ったことで奈路川についての知識も深まり、奈路に無くてはならない存在であるという重要性も感じ取った。

今後の活動としては、4年生が昨年学習したことをもとに、今年も学習内容を深め奈路川が将来どのようになっていかなければいけないかななどにも取り組んでいく。

また、地域住民との連携も続けていき、清掃活動はもちろん調査結果の発表やポスター作りを行い啓発活動を続けていきたい。

そうすることで、子どもたちがいつまでもかかわり続け、ほこりを持ち続けられるような川であるように願っている。

透視度を調べているよ



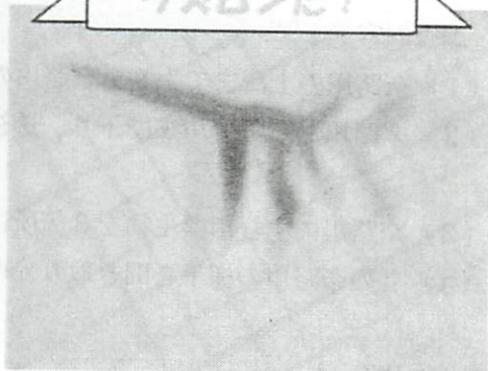
奈路川はきれいだね!



エコ番号で指標生物を調べたよ



ウズムシだ!



清掃活動



これからもきれいな奈路川にしよう!



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（四万十高校）

1. はじめに

自然環境部は、一昨年から四万十川流域の河原で見られる石の白化現象について調査をしてきた。一昨年の調査では、石の白化現象は藻類と土砂が影響しているのではないかという結論が出た。しかし、私たちはこの現象についてもっと詳しく調査してみたいと思い、ほかの白化現象の原因を調査するとともに、人為的影響についても調べた。

2. 調査地点

白化現象の原因と考えられる藻類に着目し、四万十川中流域の5ヶ所の調査地点を決定した。(図1)

- (1) 調査地点1・かじやせ橋の下(以後、「かじやせ」とする) 毎回、はっきりとした白化現象が確認されていた。
- (2) 調査地点2・窪川町の中心街の下流点(以後、「窪川」とする)ここは5ヶ所の調査地点の中で、毎回、増水後に最も早く白化現象が見られる場所である。
- (3) 調査地点3・佐賀取水堰の上流1キロ付近(以後、「家地上」とする)ほとんど白化現象を確認することができない場所である。
- (4) 調査地点4・佐賀取水堰の直下(以後、「家地下」とする)白化現象が比較的現れやすい。
- (5) 調査地点5・上岡の沈下橋(以後、「上岡」とする)5地点の中で最も白化現象が見られない場所である。

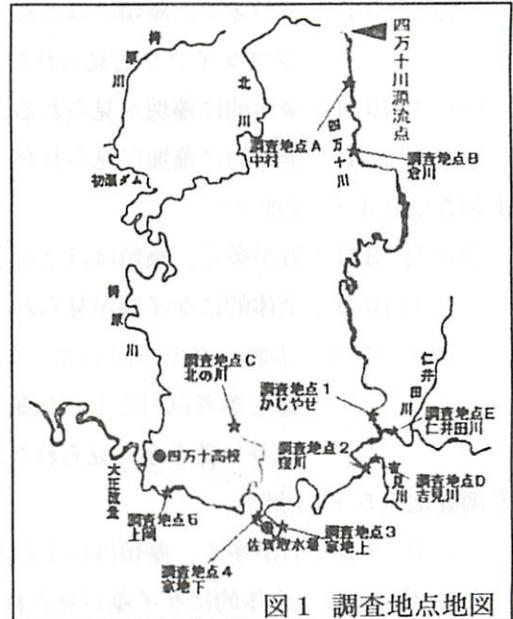


図1 調査地点地図

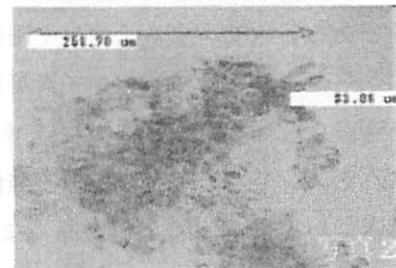
3. 実験および結果

【実験1～付着藻類の調査～】

各調査地点に実験石を設置し、藻類はどのように成長・増殖していくのかを調べた。実験方法は、グラインダーで表面を削り、泥や藻類を取り除いた実験石を各調査地点の水深30cmおよび60cmに設置した。そして、1週間ごとに歯ブラシで付着藻類を採集しエチルアルコールで固定した。

①調査地点1・「かじやせ」

- ◇10月 3日: 採集した石には微小な石が多く、藻類はほとんど見られなかった。(写真1)
- ◇10月 10日: ナビクラ目ナビクラ科ケイが多く見られ、またプランクトスファエリア等の微小な緑藻と接着し藻塊を形成していた。(写真2)



◇10月17日：クチビルケイソウやナビクラ目ナビクラ科等のケイ藻が接着し、大きな藻塊を形成していた。糸状緑藻も多く、藻塊の中にラン藻が多く見られた。実験石にはハリケイソウも多く見られた。(写真3)

②調査地点2・「窪川」

◇10月3日：石が多く、藻類はほとんど見られなかった。

◇10月10日：全体的に藻塊が多く、ケイ藻が多く見られ、緑藻も多く見られた。

◇10月17日：全体的に藻塊が見られ、実験石30cm以外の石にはラン藻が見られた。

③調査地点3・「家地上」

◇10月3日：石が多く、藻類はほとんど見られなかった。しかし、ケイ藻が少し見られ、コムツケイソウも見られた。

◇10月10日：全体的に藻塊が見られる。ケイ藻や緑藻が多く見られ、ラン藻、緑藻も見られた。

◇10月17日：全体的に藻塊が見られた。また、非常に多くのラン藻とケイ藻が見られた。

④調査地点4・「家地下」

◇10月3日：石が多く、藻類はほとんど見られなかった。しかし、藻塊が少し見られた。

◇10月10日：全体的にケイ藻が見られ、クチビルケイソウや藻塊も見られた。

◇10月17日：実験石が干上がってしまい、付着藻類の調査はできなかったが、水際の石の付着藻類を参考試料として採集した。非常に多くのケイ藻が見られ、藻塊多く、その中にはラン藻も多く見られた。

⑤調査地点5・「上岡」

◇10月3日：石が多く、藻類はほとんど見られなかった。

◇10月10日：全体的にケイ藻が見られたが、実験石の付着藻類は少なく、実験石付近の石にはラン藻等も見られた。

◇10月17日：全体的に藻塊がみられ、水深60cmの実験石とその付近にはラン藻、水深30cm付近には緑藻が見られた。

【実験2～水質調査～】

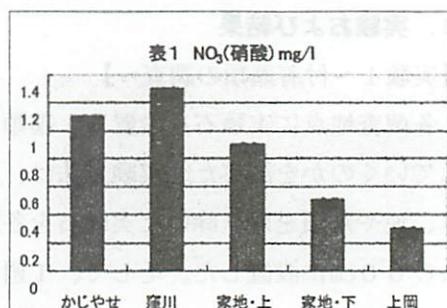
藻類が原因と考えられる白化現象と人為的影響を見るために、各調査地点で川の水を採水し、CODや藻類の栄養素であるアンモニウムイオンや硝酸イオンおよび、ケイ藻のからだをつくる二酸化ケイ素等について調べた。変化や影響が見られたのは NO_3 のみである。 NO_3 は水の中に含まれるアンモニアが流れの中で酸化したもので、藻類の栄養素である。「窪川」の値が高くなっているのは、四万十川

に合流する仁井田川の上流域に豚舎や鶏舎および田畑が多くあるからだと考えられる。また、私たちが川に降りて観察した藻類の付着量と結果の値とが一致した。(表1)

【実験3～調査地点以外での上流域および支流の調査～】

(1) 調査地点以外での調査

10月16・17日、調査地点以外で一番上流の白化現象が確認できる地点の水質と付着藻類を調査し、また、その地点の上流と、大正町内の支流で同様の調査を行った。



①調査地点A・「中村」 四万十川の上流域で、白化現象は見られなかった。また、川幅も狭く、水も透き通っていてとてもきれいだった。

②調査地点B・「倉川」 四万十川本流で白化現象が確認できる一番上流地点で、藻類も多く異臭もした。また、水中の石も茶色に見えた。

③調査地点C・「北の川」 大正町内を流れる四万十川の支流で、相去川と呼ばれている。ここは、白化現象が見られない場所でもある。

(2) 実験3の結果(付着藻類について)

全地点で、ケイ藻、緑藻、ラン藻が見られ、藻塊を形成していた。

(3) 実験3の結果(水質調査について)

CODは「北の川」でのみ検出され、他の調査地点では検出されなかった。DETは全ての調査地点で検出され、NO₃については「中村」でのみ検出され、その他の地点では測定範囲以下だった。NH₄とPO₄は、どの調査地点においても測定範囲(0.1mg/l)以下になった。

【実験4～河床から採集した付着藻類のある石の乾燥について～】

各調査地点および白化現象が見られなかった「北の川」の河床の石を採集し、5日間室内で乾燥させた。その後、1日だけ直射日光を当てながら乾燥させた。さらに、その付着藻類を削り取り、顕微鏡で観察した。室内で乾燥させた5日間は、採集したすべての石が緑色になった。しかし、直射日光を1日当てただけで、全ての石に白化現象が現れた。検鏡すると藻類の種類は、ラン藻や緑藻はあまり見られず、主としてケイ藻が見られた。

【実験5～水槽の付着藻類の乾燥について～】

理科室にある水槽に付着していた藻を採集し、石に付着させ、室内にて乾燥させた後1日だけ直射日光の当たる所に放置した。室内で乾燥させると緑色に変色し、直射日光に当てても白化現象は現れず、全て黒く変色した。検鏡すると藻類の種類は、ケイ藻は見られず、ラン藻と緑藻が見られた。

4. 考察

(1) 藻類の遷移

最初に見られる藻類は、ナビクラ目ナビクラ科の仲間とプランクトスファエリアなどの微小な緑藻の仲間であった。その後、ケイ藻類は数、種類とも増加し、微小な藻類とともに藻塊を形成した。さらにその後には、藻塊の成長に伴い、ラン藻や糸状の緑藻などの糸状藻類が見られるようになった。その後、多量の雨が降らなければそのまま減水期が継続され、糸状藻類の増加を見ながら藻塊の成長がある一定量まで増加していくものと考えられる。今回の実験は、洪水より3週間後以降の藻類の遷移を観察することができなかった。しかし、期間中の各調査地点では、水深や流速および水温等に関わらず、藻類の遷移がほぼ同様なものとなった。

(2) 藻類と白化現象

洪水後から出現までは2週間ほどの時間がかかるほか、出現場所も一定しない。10月3日から10月17日までの実験期間中、各観測地点から採集された藻類は、主としてケイ藻類が優占しており、続いて微小な緑藻、ラン藻、糸状の緑藻と続いた。ケイ藻の群体による珪殻の蓄積が石の表面を白くさせるといった白化現象を引き起こしている可能性が高かった。実験4、実験5から、白化現象は多量のケイ藻に直射日光が加わってはじめて起こることがわかった。白化現象が見られにくい場所は、水量が比較的安定しており、ケイ藻が付着した石が水面から出る機会が少ないためだと考え

られる。さらに、谷間のため、直射日光の当たる時間が他と比べて少ないことも原因と考えられる。

(3) 白化現象と人為的影響

実験2により、白化現象の原因となるケイ藻の繁殖について、栄養素のひとつである NO_3 の濃度は「窪川」「かじやせ」「家地上」で高い値となった。これは、実際に川で観察した藻類の量とほぼ一致している。また、「かじやせ」や「窪川」および「家地下」で見られた白化現象は、異臭を伴って起こる傾向があり、実験結果の数値として表されない川の汚れを感じる事ができた。

しかし、 NH_4 と PO_4 については濃度が低く、人為的影響の指標となるCODやDETとの関連性も判断することができなかった。

5. 参考文献

淡水藻類入門 淡水藻類の形質・種類・観察と研究 山岸 高旺 編著

新版 顕微鏡観察シリーズ2 植物の顕微鏡観察 井上 勤 監修

自然共生研究センター <http://www.pwri.go.jp/team/kyousei/jpn/index.htm>

中央水産研究所 <http://ss.nrifs.affrc.go.jp/>

東京工業大学 池田研究室 <http://www.cv.titech.sc.jp/~>

珪藻の世界 <http://www.u-gakugei.ac.jp/~mayama/diatoms/Diatom.htm>

報告とお知らせ

報告 不知火海・球磨川流域圏学会の設立総会

平成17年10月29日に不知火海・球磨川流域圏学会の設立総会が八代市で開かれ、四万十・流域圏学会から総務委員長と編集委員長が参加してエールを送りました。基調講演を行った高知県出身の吉川教授の『『これからの時代の流域圏構想』について』と総務委員長からのエール(パワーポイント)を以下に紹介します。

『これからの時代の流域圏構想』について

日本大学 教授(理工学部社会交通工学科) 慶応義塾大学 政策・メディア研究科 教授
吉川 勝秀

1. これまでの時代、これからの時代

- ①この1万年
- ②この2千年
- ③この百年、これからの時代
- ④ついこの間の流域圏構想(3全総、5全総=国土のランドデザイン)

2. 自然共生型流域圏・都市の再生

- ①行政ができない、市民でもできないのなら
- ②首相が議長総合科学技術会議・第2期科学技術基本計画の重点課題として：自然共生型流域圏・都市再生イニシアティブ
- ③その顛末と第3期科学技術基本計画(アジアを含む世界も視野に)
- ④自然共生型流域圏・都市再生に係わる4冊の本の出版
- ⑤第5回自然と共生する流域圏・都市の再生ワークショップ(本年11月17日午後、東京発明会館)
- ⑥都市再生本部でオーソライズされてきた川・水系再生プロジェクトとは
- ⑦新しい国土計画(国土形成計画)、国土環境計画などへの位置づけへ

3. 流域圏に係わる具体的な活動事例

- ①イギリスのマーヅ川流域キャンペーン
- ②鶴見川流域での水マスタープラン
- ③印旛沼流域での水循環健全化(緊急行動計画)
- ④世界的には：マサチューセッツ・ボストンでの川・湾域・水系の保全・再生、チェサピーク湾流域再生、洞海湾・紫川流域再生、清溪川・都市再生(韓国・ソウル)、蘇州河・都市再生(中国・上海)、シンガポール川・都市再生、長江流域治水、タイ・チャオプラヤ川流域治水・・・
- ⑤その他：かつての矢作川協議会、五ヶ瀬川上流フォレストピア
流域交流連携：緑川、山国川、筑後川、北上川、石狩川・千歳川・・・
流域学会：荒川学会、四万十・流域圏学会、四万十川大学院・・・

5. これからの時代の流域圏構想に係わる二、三の事項

- (1) 国土計画(国土形成計画、近く)、国土環境計画、農林水産計画への位置づけ
- (2) 地域の課題への対応
 - ①「四万十川の現状と流域共同管理」(大野晃先生、第6回川での福祉と教育の全国大会)より
 - 人口減少、限界集落、沈黙の林、高齢者のとじこもり：
 - 山から川、海という枠組みでの課題への対応(林、高齢者、河川・海、(少子)・・・)
 - ②基本的課題：人(人口減少、高齢化、少子)、福祉・医療、教育、森林、経済
 - 森林の公益機能(・不公)益機能、緑のダム議論/総合治水議論(日本は先進か?タイ国バンコク首都圏・チャオプラヤ川流域など)を超えて
 - 流域圏(川・流域)と福祉・医療・教育(3冊の本と運動論)
子どもも大人も、高齢者も障害者も。その中山間地でのステーション・システム福祉構想など。
 - ③流域圏の経済をたてていく(第一次産業、広い意味での観光(かつての観光、グリーンツーリズムを超えて)、福祉など)

4. 不知火海・球磨川流域圏学会に期待すること

- ①暮らし、生活との係わりで、基本的課題(5.(2).②)に係わる流域圏構想(特に地方の流域圏で)
- ②学会での議論と活動の実践に期待
- ③その他(議論の中から)

祝

不知火海-球磨川・流域圏学会



四万十・流域圏学会
平成17年10月29日



四万十・流域圏学会

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。



四万十・流域圏学会

第1章 総則
(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、ニュース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



四万十から球磨川そして世界の流域圏へ

「山・川・海」と「地域社会」をつなぐ水系を基盤とした流域圏研究の活動のコンセプトは以下の3本柱に要約されている。

- 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。
- 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。
- 次世代への展開(サステイナブル・シマント)と次世代をになう人材(若手を含む)の育成を重視する。



四万十から球磨川そして世界の流域圏へ

今井嘉彦会長は、設立趣意書のなかで、「我々の課題は四万十川に限らず、日本の全ての流域圏に共通する。同時に日本の風土に起こる課題は地球規模での視点で取り組む必要があり、国際的な情報の交換と技術開発が求められる。

この学会は既成概念にとらわれず、学術の情報発信の場であると同時に流域圏の全ての人々が参加する実証の場を形成したいと考えている。
期待される情報は日本の全ての流域圏はもとより、国際的にも発信していきたいと念願している。
流域圏に関わる多くの研究者、行政の担当者、教育の担当者、関心をもつ一般住民の方々の参加を発起人一同、切望する次第である」と述べている。



流域圏学会に寄せる想い 宇多高明 (平成13年2月8日)

河川の事業においても地域の自然、歴史や文化に十分配慮した川づくりが強く求められている。河川技術者が長い間観しんできた、マニュアル化された既存の技術のみでは対応が難しいことは明らかであろう。異なった分野からの知識が必要となったのである。異分野間での相互理解が必要となった。

流域全体の話をするには、今一度それぞれの敷居を下げて、率直に話し合う場が必要であろう。その中では、工学的な話も、民族学的な話も興味のある限り自由に話しあうことが必要である。そして「素人っぽい質問だからくだらない」、とやわやわとそうした議論の中から相互理解を進め、新しい方向性を見いだす努力が必要である。そうして始めて地域の歴史・文化に配慮した事業も可能になるう]

流域圏学会に寄せる想い 宇多高明 (平成13年2月8日)



●専門家と市民

我が国では、いわゆる専門家と呼ばれる学者・研究者がおり、これらの専門家は研究論文を書くことを生業としてきている。現場や一般市民の間では、比較的単純なことさえ理解が進んでいないという事態が起こっている。こういう状態は、従来型の研究者の活動に再考を促しているように思われるし、市民も行政の批判をするのみではなく、理解が進んだ市民から行政に逆に提案を行うことができるような雰囲気が必要である。そのためには緩い連合体として、流域全体のことに関心がある人々の知識レベルを向上させる場が必要である。このためにいわゆる専門家と言われる人々も、市民との連携に努力する必要がある。

●難しい話はやめて皆で現地へ行こう!

現地の流域を多くの人々と見に出かけよう。巡検は本来楽しいものである。楽しく長続きしなければならぬ。川を目の前にして議論を行い、相互理解を進めよう。

四万十・流域圏学会第5回総会・学術研究発表会
高知高専図書館1階視聴覚教室、平成17年5月28日(土)

企画セッション:特別講演(1) 水と生物

- 福留博文(西日本科学技術研究所・所長)
日本の近自然河川工法と生物の係わり
- 鳥谷幸宏(九州大学大学院・教授)
河川の自然再生の考え方
- 花里幸幸(信州大学山地水環境教育研究センター・教授)
バイオマニピュレーション(生態系操作)による水質浄化

企画セッション:特別講演(2) 多自然型川づくりと流域圏

- 石川慎吾(高知大学理学部・教授):
物部川下流域における河辺植生の衰退と自然再生の可能性
- 秋元健一(高知県文化環境部四万十流域振興室)
四万十川における流域管理のあり方
- 吉川勝秀(日本大工学部・教授)
多自然型川づくりを越えて

四万十・流域圏学会第5回総会・学術研究発表会
高知高専図書館1階視聴覚教室、平成17年5月28日(土)

- 10:40~11:00 小学校の調査研究発表 <司会:石川妙子>
- 11:10~12:00 総会
- 12:00~13:25 昼食、ポスターセッション: 図書館ロビー
- 13:25~13:45 高校生の調査研究発表 <司会:池田誠>
- 13:45~14:45 一般セッション講演(1) <座長:松田誠祐>
- 14:50~16:10 一般セッション講演(2) <座長:西森基貴>

四万十・流域圏学会第5回総会・学術研究発表会
高知高専図書館1階視聴覚教室、平成17年5月28日(土)



奈路小学校の生徒さん

10:40~11:00 小学校の調査研究発表 <司会:石川妙子>

イシガメ





このたびは「球磨川流域圏学会設立」おめでとうございます！
小生、所要で出席できませんがお祝いと激励を申し上げます！



西内燦夫（四万十流域圏学会・理事）
四万十川流域住民ネットワーク代表世話人、四万十川のガキ大将、四万十太郎

四万十川では「XYZの三軸の連携」を試みています！
それは、

X軸 = 横軸 = 官民連携
Y軸 = 横軸 = 上下流連携
Z軸 = 時間軸 = 若者の育成(次世代のリーダーづくり)

流域圏学会とはその三軸全てに有効かつ効果的なもの
のです！ぜひ球磨川もこの「三軸」の為に「流域圏学会」
が有効に機能し「川づくり+人づくり+町づくり」に役立
たれん事をお祈りしています！

西内燦夫



はじめに

この度、四万十・流域圏学会としては初めての小委員会が創設されることになった。総務委員会、企画調整委員会共管の「四万十活性化小委員会」である。

本稿では、この小委員会が創設されるに至った動機、発足に向けて根回しの経緯、組織・体制などについて渡川会会長の立場から報告したい。

なお、渡川会とは、国土交通省の中村河川国道事務所と中筋川総合開発工事事務所のOB会のことである。私は、もう20年程前になるが、昭和59年、60年の2箇年間にわたり、当時の中村工事事務所の所長を勤めたが、その所以でもって現在、渡川会の会長を仰せつかっている。

1. 小委員会創設の動機

平成17年度、四万十川流域圏の活性化を図るため新規交付金事業「長期滞在型のリゾート地・四万十観光交流空間づくりモデル事業」がスタートすることになった。事業主体は、中村商工会議所を核とする四万十広域観光推進協議会である。

さらに、このモデル事業を「道づくり」の側面から支援するため、昨年9月27日、「四万十かいどう推進協議会」(会長 村上雅博高知工科大学教授)が発足した。事業主体は国土交通省中村河川国道事務所である。このように幡多、高幡地区の活性化をねらって2つの協議会が発足したことになる。

一方、四万十川の整備に向けて既に「多自然型川づくり事業」が中村河川国道事務所において展開されている。以上、僻遠の地「四万十川流域圏」においては、たまたま「地域おこし」、「道づくり」、「川づくり」の3つの事業が同時併行して進められることになったのである。いかに四万十川流域が全国の耳目を集めているかがこれからも見て取れる。

ところで、我われ渡川会としてはこの状況を看過する訳にはいかない。我われは、建設省(国土交通省)において永年にわたって、「川づくり」、「道づくり」、「地域おこし」に邁進してきた専門家集団である。ましてや今、公共事業については「もう必要ない、無駄ではないか！」と批判があるところである。ここいらで我われOB会が、微力ながらも四万十川流域圏の活性化に貢献し、もって我われの存在を世間にアピールし、これら誤った社会の批判に伝えていく必要がある。

さて今、世の中は挙げて「産官学民」が連携して事業を推し進めていくのが社会潮流になってきている。ここ高知県には全国でもユニークな「四万十・流域圏学会」が既に設立されている。そこで、私としては、本学会と手を携えて四万十川流域圏の活性化に寄与できないものだろうか、と考えた次第である。これが直接的な動機である。

一方、相方の四万十・流域圏学会とされては、我われの思いが学会設立の精神とも合致することから何ら異存はなく、すんなりと我われの提案を受け入れてくださった。有難いことである。かくして、当学会のなかに標記小委員会が新規に設立され、「地域おこし」、「道づくり」、「川づくり」、「学会事業」の4事業について議論し、協力し、実践していくことになったのである。

2. 小委員会の概要

(1) 位置付け

標記小委員会は、四万十・流域圏学会の総務委員会、企画調整委員会の下に置く。なお、地元「地域おこし」、「道づくり」、「川づくり」の運動グループとの関連は、別図のとおりである。

(2) 設置期間

「四万十かいどう推進協議会」と歩調を合わせて、当面5年間とする。

(3) 活動計画

(イ) 四万十・流域圏学会の事業に参加する。

(ロ) 四万十広域観光推進協議会および国土交通省の中村河川国道事務所、中筋川総合開発工事事務所が主催する行事に参加する。

(4) 構成メンバー

別紙に示す委員でもって構成する。

3. 小委員会創設までの経緯

中村河川国道事務所とされては、「四万十かいどう推進協議会」の立上げに向けて精力的に設立準備会を招集された。我われも、この状況を横目でにらみながら、小委員会創設に向けて各方面に根回しを行った。その経緯について、かいつまんで以下に述べる。

(1) 高知工科大学を訪高問

私は、早い段階で、散々お世話になった懐かしの中村で、新たに「地域おこし」、「道づくり」の事業が展開されるというニュースに接していた。そうこうしているうちにあるOB会において、建設省都市局の先輩で、元高知工科大学教授の荒木英昭氏（現在は、(財)都市づくりパブリックデザインセンター理事長）と会った。中村に対する熱い思いを吐露したところ、即座に、村上雅博教授を紹介してくださった。

そこで、昨年7月14日、名刺に裏書していただいた紹介状を持って、高知工科大学の村上教授を訪ねた。話はとんとん拍子にまとまり、「当学会の中に小委員会を作ってみてはどうか」という事になった。

さて、基本的な方向は固まったものの、根回し作業はこれからが本番である。小委員会の趣旨に賛同していただけそうな学会関係者、中村商工会議所、中村河川国道事務所に参加を呼びかけることになった。

(2) 四万十かいどう推進協議会の発足

昨年9月27日、四万十市のホテルに、一般市民、NPO団体、学識経験者、国土交通省、高知県、管内の市町村、商工会議所ら400名を超える大聴衆が集まって、盛大に「四万十かいどう推進協議会」が発足した。

「かいどう」とは、単に「街道」といった意味に止まらず、うきうきと歩き回りたい「快道」、四万十川流域圏を周回する「回道」、地域の皆様の利用に供する「皆道」、舟運が盛んだった昔の四万十川を彷彿とさせる「櫂道」、太平洋の黒潮が洗う「海道」など、いくつもの願いが込められている。いよ

いよ新たな「地域づくり」への挑戦が始まった(高知新聞の記事参照)。

(3)道守九州会議交流会2005に特別参加

昨年10月6、7日、別府において標記交流会が開催された。九州においては既に数年前から7県を挙げて「道づくり」のボランティアグループが組織されている。この道守会議から特に招待を受け、後に小委員会の中核メンバーとなる国土交通省職員数名と一緒に参加し、先例地を視察した。

また、四国八の字ルートの後発区間「中村～宿毛～大洲」の後押しになると考えて、「宿毛、佐伯、八幡浜、臼杵などフェリー航路で結ばれる4都市で海峡サミットの開催を！」と提案してきたところである。

(4)不知火海・球磨川流域圏学会の設立総会でスピーチ

昨年10月30日、不知火海、球磨川流域圏を対象に、全国で2例目となる標記流域圏学会が発足した。球磨川の上流には、国土交通省九州地方整備局管内の超ビッグプロジェクトであり、しかも我が国を挙げて議論の渦中にある川辺川ダムが存在する。森、川、海を一体的に捉えること、異業種交流を深めることがこの学会の「ねらい」である。八代市で開催された設立総会には、村上雅博教授とともに出席し、「流域圏」というキーワードでこの小委員会の新設に向けての取組みを紹介した。

(5)渡川会有志が個人会員として当学会に加入

昨年11月6日、渡川会有志6名が、個人賛助会員として本学会に入会した。そして、予ねて声をかけていた方々の賛同も得られ、名称も新たに四万十活性化小委員会として、小委員会の旗揚げがなされた次第である。産、官、学が集めた分厚くて良い組織になった、と自画自賛している。

なお、中筋川総合開発工事事務所とされては、「ダムづくり」は「地域おこし」にもつながるとして、本流域圏学会に団体賛助会員として入会しないまでも、上記の「四万十かいどう推進協議会」のメンバーに仲間入りされることになった。

(6)四万十・流域圏学会ニューズレターでリリース

昨年11月16日、村上雅博総務委員長から「四万十活性化小委員会の設置について」と題してこの小委員会の設立のニュースがウェブ上でリリースされ、会員に周知徹底が図られた。

(7)小委員会の初会合

昨年12月9日、四国建設弘済会四万十出張所において、小委員会の初会合が開かれた。席上、本格的に活動するにあたり小委員会の規約を制定すべきではないか、渡川会そのものが四万十・流域圏学会に団体賛助会員として加入する件については更なる議論が必要だ、などなどの意見が出された。

終わりに

21世紀の初頭に立ち至って日本は成熟社会に移行したと言われて久しい。成熟社会における「時代の風」は、これまでの市場原理至上主義の反省から、反市場主義、ゆっくり、個性尊重、多様性、伝統文化、地方重視へと変わっていく。当然、産業を下支えし、文化を育む公共事業も、従来

の公共事業とは変わったものになっていかざるを得ない。我われ国土交通省OBは、こういう時代だからこそ、一市民としてコミュニティに溶け込み、公共事業についての正しい情報を伝え、それが地域にスムーズに受け容れられるようボランティア活動に精を出すべきである。また同時に、現地のニーズ、シーズを把握するように努めるべきである。

さらにもう1つ。現在、国土交通省においては、厳しい財政事情の下、時代に合った新しい事業の執行体制を整備するとともに、新技術、新工法の開発によってコスト縮減を図っていくことが喫緊の課題となっている。この課題解決のためには、今以上に明日の国土交通省を担う若手職員の資質を高め、技術力のアップを図っていくことが必要不可欠である。

私は、この小委員会が、オンザジョブ形式で後進の教育、指導にあたり、若手職員の技術力アップにつなげられないものだろうか、と密かに期待している。資質の向上、技術力のアップ、すなわち「人づくり」は、社会基盤づくりのソフトの部分である。「地域おこし」、「町づくり」、「川づくり」、「道づくり」を社会基盤づくりのハードの部分とすれば、「人づくり」はその対極をなすものである。この「人づくり」においても親学会の皆様のご指導、ご鞭撻を切にお願いする次第である。

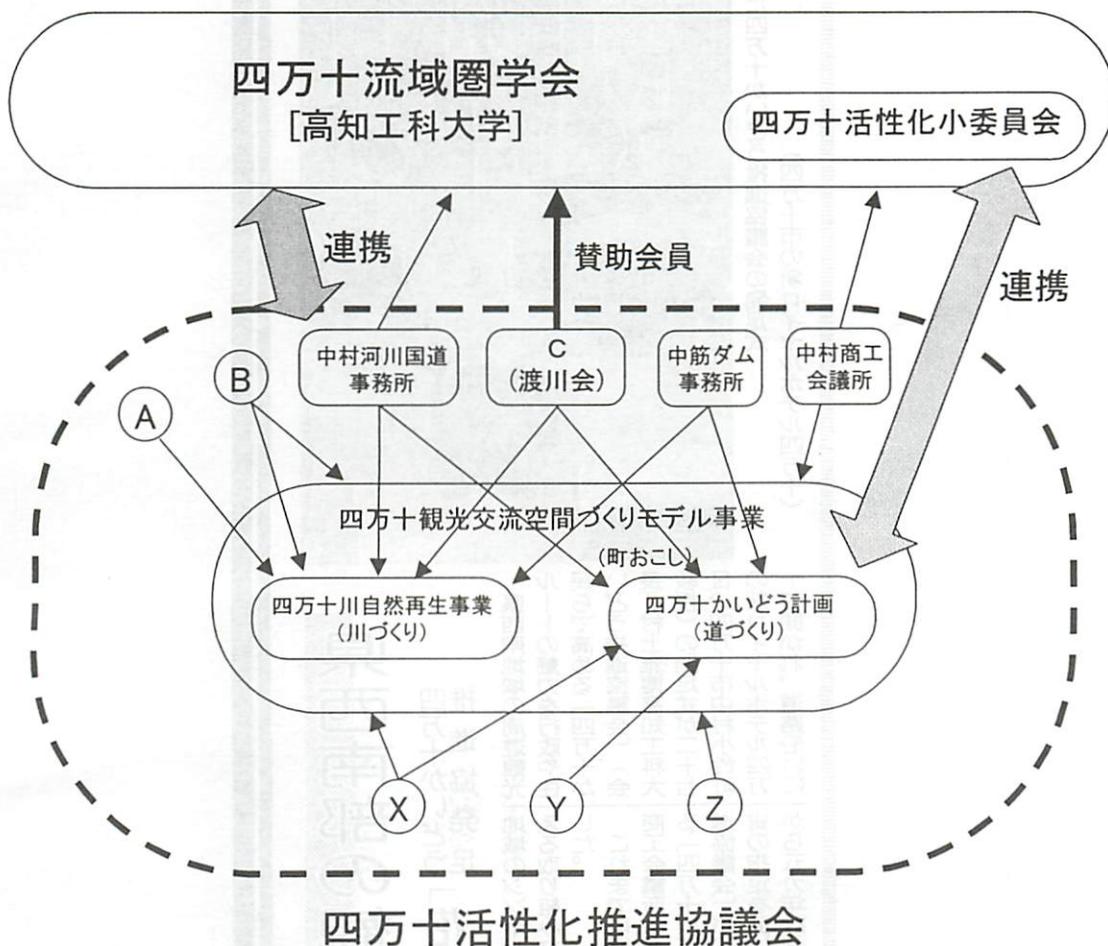
H18. 3. 6

四万十・流域圏学会 四万十活性化小委員会委員長 瀬戸口忠臣
(工学博士、渡川会会長、JFE顧問)

四万十活性化小委員会メンバー表

委員長	瀬戸口忠臣(JFE顧問)
副委員長	橋尾 直和(高知女子大学文化学部助教授)
〃	佐伯 達雄(中村商工会議所専務理事)
幹事長	生田 利治(国土交通省中村河川国道事務所事業対策官)
委員	西内 燦夫(四万十流域圏学会理事 西建設技術コンサルタント)
〃	小笠原久夫(中村商工会議所経営指導課課長)
〃	上岡 政夫(ワタリコンサルタント)
〃	毛利 元強(日本建設コンサルタント)
〃	岡 米男(応用地質)
〃	義 丁憲(長香開発)
〃	岡崎健一郎(轟組)
〃	寺内 正範(中村河川国道事務所工務第1課長)
〃	川崎 光洋(中村河川国道事務所調査第2課長)
〃	阿部 勝義(中村河川国道事務所工務第1課工務係長)
〃	満石 孝彦(中村河川国道事務所調査第2課技官)
〃	藤本 和巳(中村河川国道事務所道路管理係長)

四万十川流域の住民参加イメージ



様々なボランティアグループの分類

川づくり	(A)
道づくり	(Y)
町おこし	(Z)
川づくり+道づくり	(C) (渡川会)
川づくり+町おこし	(B)
道づくり+町おこし	(X)

(注) 高知県西部(四万十川流域圏)では、町おこし、川づくり、道づくりの事業が、それぞれ併行して進められている。



450人が出席した四万十かいとう推進協議会の発足式
（四万十市の新ロイヤルホテル四万十）

地域ワイド

県西南部の観光に力を

四万十かいとう「花回廊」づくりへ 推進協議会発足

県西南部地域の周遊観光、地域のシンボルの花を植
ルートの魅力を行政や住
民らで高める「四万十か
いとう推進協議会」（会
長＝村上雅博高知工科大
教授）の発足式が二十七
日、四万十市中村小姓町
の新ロイヤルホテル四万
十で開かれ、道路沿いに

事業を展開している。う
ち三事業について、かい
とう推進協議会が支援す
るもので、高幡地域を加
えた十三市町村に範囲を
拡大。行政や住民ボラン
ティアなども参加する。

各地域のシンボルの花を
植える「花回廊」づくりを
推進。周遊ルートとして、
四万十市十和村などを
結ぶアカメに会える道
や、宿毛市や土佐清水市
の「だるま夕日が見える
道」など四ルート（各約百
キロ）を選定。地域ボラン
ティアらが道路沿いにツ
バキやコスモスなど四季
折々の花を植えていく。
発足式には関係者約四
百五十人が出席。向協議
会の設立趣旨や各地域の

このままでは幡多地域の
商工会議所などで組織す
る「四万十川広域観光推
進協議会」が、国土交通
省の指定を受けて本年度
から五カ年計画で七十五
キロで開かれ、道路沿いに

具体的には周遊観光ル
ートの作成や、道路沿いに

取り組み事例などを発表
した。中村商工会議所の
佐田末喜会頭は「幡多地
域を活性化させるには観
光しかない。各市町村の協
議会が一体となって取り組
むことで、幡多への流入
人口を増やしたい」と
話している。

四万十・流域圏学会 第6回総会・学術研究発表会のお知らせ

四万十・流域圏学会第6回学術大会実行委員会
実行委員長 橋尾直和

平成18年5月20日(土)に高知女子大学(高知市、永国寺キャンパス)で開催される、四万十・流域圏学会第6回総会・学術研究発表会にむけて、発表者および参加者の募集を行っています。奮って御参加下さい。

<ポスターセッションと小学校・高校生の発表は一般公開(参加費無料)されます>

1. プログラム

5月20日(土) 第6回総会・学術研究発表会:高知女子大学永国寺キャンパス南学舎 137教室

- 9:00～ 受付
- 9:30～ 9:35 開会挨拶(高知女子大学学長 青山英康)
- 9:35～11:05 企画セッション:文化環境 -焼畑と流域圏のくらし-
- 坂本正夫(高知県歴史民俗資料館・館長、本学会・副会長:コーディネーター)
 - 奥田英雄(池川の緑と清流を再生する会・会長)
 - 山口 聡(愛媛大学農学部助教授、サークル「焼畑の会」顧問)
 - 田中壮太(高知大学大学院黒潮圏海洋科学研究科助手)
 - 加藤正彦(西日本科学技術研究所環境システム研究室)
 - 橋尾直和(高知女子大学文化学部助教授)
- 11:05～11:10 休憩
- 11:10～12:00 総会
- 12:00～13:25 昼食・ポスターセッション(学生会館・生協ロビー)
- 13:25～13:30 休憩・移動
- 13:30～14:10 小学校の調査研究発表
- 14:10～14:50 高校生の調査研究発表
- 14:50～15:00 休憩
- 15:00～17:00 一般セッション・講演
- 17:00～17:05 休憩
- 17:05～17:55 企画セッション:四万十かいどう(四万十活性化小委員会)
- 瀬戸口忠臣(四万十活性化小委員会・委員長、渡川会・会長, JFE 顧問)
 - 生田利治(国土交通省中村河川国道事務所事業対策官)
 - 佐伯達雄(中村商工会議所専務理事)
 - 橋尾直和(四万十活性化小委員会・副委員長、高知女子大学助教授)
 - 村上雅博(高知工科大学社会システム工学科教授:コーディネーター)
- 17:55～18:00 閉会挨拶(本学会会長 今井嘉彦)
- 18:15～20:15 懇親会(高知城ホール)

5月21日(日) 10:00～12:00 アユの謎をさぐる

講師はアユの研究者、高橋勇夫さんです。アユの生命力あふれる生態や、川の変化と天然アユについてわかりやすく解説します。当日は、物部川でアユを観察し、川にふれていただく予定です。(当日の水況により変更になることがあります)

対象:小中学生(保護者も可)。

なお、参加費は無料です。参加希望者は下記までお申し込みください。

担当:石川妙子 TEL/FAX 088-850-1023、E-mail: n-river@kcb-net.ne.jp

2. 学術研究発表会の参加費他 (ポスターセッションと小学校・高校生の発表は一般公開(参加費無料)されます)
- 1) 受付で大会参加登録をしてください。参加費は当日会場にて支払い、領収書をお受け取りください。
一般・会員 3000 円、学生(大学院生を含む) 1500 円
 - 2) 懇親会費は、一般・会員 5000 円、学生(大学院生を含む) 2500 円。高知城ホール(会場から徒歩 5 分)。
 - 3) 所属機関長宛の出張依頼書が必要な方は、返信封筒にご本人の宛先と 80 円切手をのり付けして、四万十・流域圏学会事務局にご請求ください。

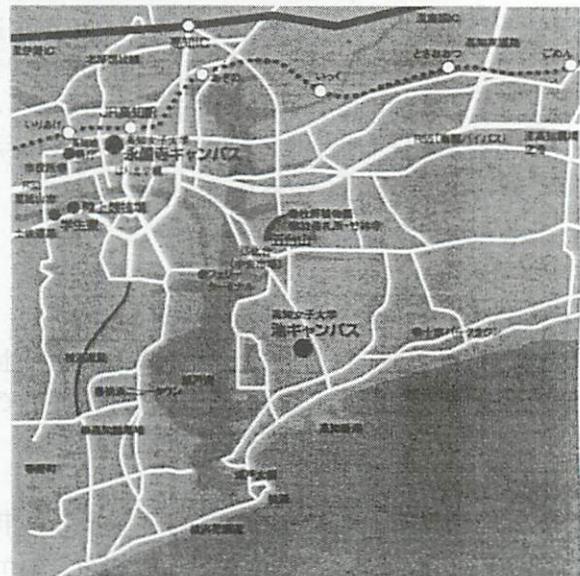
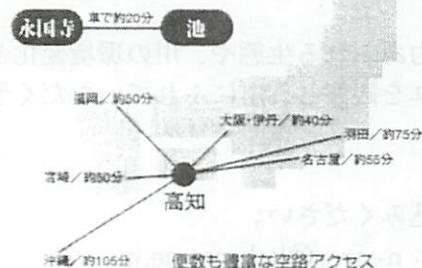
3. 総会・学術研究発表会場(高知女子大学:永国寺キャンパス)への交通手段

アクセスマップ



高知女子大学までの主なアクセス

- 永国寺キャンパスへ
- 高知自動車道 / 高知ICから車で約15分
 - 高知城跡馬空堀から / 車で約35分
 - JR高知駅から / 車で約3分
 - 桜橋フェリーターミナルから / 車で約15分
 - はりまや橋から / 車で約5分
 - 高知学生寮から / 自転車約10分
- 池キャンパスへ
- 高知自動車道 / 高知ICから車で約25分
 - 高知城跡馬空堀から / 車で約20分
 - JR高知駅から / 車で約20分
 - 桜橋フェリーターミナルから / 車で約20分
 - はりまや橋から / 路線バスで約20分
 - 高知学生寮から / 自転車約40分、バイクで約25分



4. 総会・学術研究発表会に関するお問い合わせ

四万十・流域圏学会第6回総会・学術研究発表会 実行委員長 橋尾直和

〒780-8515 高知市永国寺町 5-15
高知女子大学 文化学部 文化学科
橋尾直和

Tel/Fax.088-872-9055, Tel.090-9457-5146, E-mail: hashio@cc.kochi-wu.ac.jp

5. 学術研究発表会原稿の募集と提出について

第6回学術研究発表会(5月20日、高知女子大学)への講演申し込みを御希望の方は、下記の原稿執筆要領に従いまして、要旨集の原稿をご提出いただきますよう、お願い申し上げます。

記

- ① 期限 : 平成18年4月28日(金)必着

〈電子メールの添付ファイル(Microsoft WORD)での投稿を歓迎します〉

- ② 郵送先・電子メール宛先 :

四万十・流域圏学会事務局 高知工科大学社会システム工学科 村上研究室

〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮の口 185

TEL;0887-57-2418, FAX;0887-57-2420, E-mail;murakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp

- ③ 原稿枚数 : A4版、2ページ(口頭発表・ポスター発表とも)

【注意】A4版で提出していただき、そのままの大きさでオフセット印刷をします。電子メールの添付ファイルでの原稿提出を歓迎します。ただし、ワード(Microsoft WORD)の添付ファイルで1.4MB以内の容量のファイルに限らせていただきますが、送付された添付ファイルを直接に開いてそのまま自動的にプリントアウトしたもの(事務局では一切の編集を加えません)を予稿集にオフセット印刷しますので、原稿提出に係わる全ての責任は筆者に属します。

- ④ 書式等 : 別紙の書式に従い、枠内にご入力頂き、その枠を消去した上でA4にしてから写真・図等を糊付けして郵送してください。

- ⑤ 発表方法 : PCプロジェクター(Windows)を準備しています。各自のノートパソコン、CDあるいはフラッシュメモリなどを持参の上、発表前の休憩時間を利用して作動確認を行って下さい。ただし、必ず予備にOHPフィルムの準備も忘れずをお願いします。

- ⑥ 発表時間 : 1題につき20分(発表10分、質疑・応答10分)以内です。発表者数によって多少の変更があり得ます。

- ⑦ 発表者 : 登壇者は四万十・流域圏学会の会員(発表申込と同時の入会受付も可)に限ります。事務上、プログラムに記載する連名者は筆者以外に3名を限度とします。

注) 内容やスケジュールから判断して口頭発表からポスターセッションに変更させていただくことがあります。変更がある場合は、後日事務局からポスター作成方法について連絡させていただきます。

お知らせ 論文(ミスプリント)修正のお知らせ

第4巻2号の論文、「日本の地下水法制と地下水盆管理」に、編集過程で3行が抜け落ちていることが分かりましたので、以下のように訂正させていただきます。事務局による最終の編集の段階で3行ほど抜け落ちてしまったことにより、著者に御迷惑をお掛けいたしましたことにつき本誌をもってお詫び申し上げます。

7ページ、右段、上から14行と15行の間に下記の文章を挿入する。

水収支が均衡し、年度初めの地下水位に回復したとしても、水収支の上ではそのような地下水採取量はいく通りも存在する。それは熊本地域の場合は地下水採取量が増加した場合その大部

以上。

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、高知工科大学社会システム工学科 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ものは、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 退会しようとするものは、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るときは、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るとき
- (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
- 第28条 本会の会計年度は、5月1日から翌年4月30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。

会費振込先： 郵便振替 01670-7-3731 四万十・流域圏学会 または、銀行口座 四国銀行 下知支店 普通預金0387519 四万十・流域圏学会 会計 福永泰久
 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。

四万十・流域圏学会役員リスト

(平成17年5月)

会長

今井 嘉彦	高知大学名誉教授	環境化学	県内
-------	----------	------	----

副会長

宇多 高明	(財)土木技術研究センター審議役	土木工学	県外
坂本 正夫	高知県歴史民俗資料館館長	民俗学	県内
福留 脩文	西日本科学技術研究所所長	河川工学	県内

監事

北條 正司	高知大学理学部教授	環境化学	県内
邑岡 和昭	高知県環境研究センター総合環境科長	環境科学	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
石川 妙子	水生生物研究家	生物学	県内
大年 邦雄	高知大学農学部教授	防災工学	県内
島谷 幸宏	九州大学工学部地球環境工学科教授	土木工学	県外
陶山 正憲	静岡大学名誉教授	森林環境工学	県外
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	高知女子大学文化学部助教授	言語学・方言学	県内
大宮 健吉	高知県立室戸高校校長	社会学	県内
福田 善乙	高知短期大学教授	経済学	県内
福永 泰久	西日本科学技術研究所取締役	環境化学	県内
福元 康文	高知大学農学部教授	蔬菜園芸学	県内
松田 誠祐	高知大学名誉教授	水文学・河川工学	県内
松本 聡	秋田県立大学生物資源科学部教授	応用生命科学	県外
宮崎 利博	高知県理事	河川・防災工学	県内
村上 雅博	高知工科大学社会システム工学科教授	水資源・河川工学	県内
山崎 慎一	高知工業高等専門学校建設システム工学科助教授	衛生工学	県内
山下 正寿	(社)四万十楽舎楽長	社会学	県内
依光 良三	高知大学名誉教授	森林政策・山村経済	県内

委員会

総務委員会 委員長 村上 雅博
委員 各委員長+代表幹事
特任 高知県文化環境部四万十川流域振興室
(理事会担当補佐)

企画・研究調整委員会 委員長 大宮 健吉

財務委員会 委員長 福永 泰久

出版編集委員会 委員長 橋尾 直和

代表幹事 石川 妙子 水生生物研究家
西内 燦夫 NPO 四万十川流域住民ネットワーク
橋尾 直和 高知女子大学・文化学部
福元 康文 高知大学・農学部
村上 雅博 高知工科大学・社会システム工学科
山崎 慎一 高知工業高等専門学校・建設システム工学科

四万十・流域圏学会

会員募集の御案内

四万十川及び全国の流域圏を対象に、総合的・学際的調査研究と学民産官連携による実践的な取り組みを展開する「四万十・流域圏学会」(Japan Society of Shimanto Policy and Integrated River Management)が平成13年2月8日に設立されました。

毎年、高知の味自慢の一つである初鱈を御賞味いただけるベストシーズンの、5月末に総会・研究発表会と四万十川の現地見学会を予定し、2005年5月に第五回総会を終え、四万十・流域圏学会誌も第4巻2号まで刊行することができました。全国の流域圏と流域ネットワークをつくる方向で、四万十川から、土佐、全国、そして世界をみつめて、流域圏をキーワードに新しい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(サスティナブル・シマント)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: 高知工科大学社会システム工学科 村上研究室

〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮の口185

TEL:0887-57-2418, FAX:0887-57-24201, E-mail: murkami.masahiro@kochi-tech.ac.jp

理事会担当事務局: 高知県文化環境政策課四万十川流域振興室 (高宮)

TEL:088-823-9795, FAX:088-823-9296, E-mail: masami_takamiya@ken2.pref.kochi.jp

P.S.

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 四万十・流域圏学会 または、銀行口座 四国銀行下知支店 普通預金0387519四万十・流域圏学会 会計 福永泰久

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。

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。

入 会 申 込 書

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 ） _____

〒 _____

Tel: _____ Fax: _____

E-mail: _____

会員種別*	正会員 ・ 学生会員 ・ 賛助会員 ・ 準会員		
勤務先又は職業			
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

第5巻第1号が、やっと発刊の運びとなりました。今号は、「特集：第5回学術研究発表会・記念講演」の内容となっております。

巻頭論文は、企画セッション：特別講演(1)「水と生物」で講演をいただいた、信州大学山地水環境教育研究センターの花里氏の論考です。「湖の生態系や水質に及ぼす魚の影響：魚の放流の問題」について考察された論文です。

その他、論文2点を掲載しました。足立・松田・大年三氏による「日本における豪雨規模の経年変化」、山崎慎一・久米・山崎和範・山口・荒木氏らによる「四万十流域におけるBOD、窒素、リンの排出負荷量に関する考察」です。

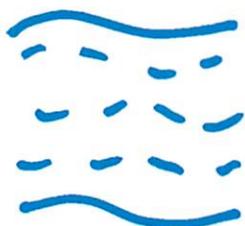
第5回学術研究発表会・記念講演は、第5回という節目の大会ということもあり、開催校の高知高等専門学校には、大勢の会員、関係者の方々が参加されました。九州では、昨年、不知火海・球磨川流域圏学会の設立総会が開かれました。今後は、「流域圏」を核として、流域圏学会が全国のあちこちで発足する機運が高まることが予想されます。

本学会としても、他の「流域圏学会」とのネットワークを築き、相互交流を深めて行けば、お互いの学会の刺激にもなり、また励みにもなると考えております。ますます、「流域圏学会」が活性化されることを願っております。

さて、第6回学術研究発表会は、高知女子大学永国キャンパスで開催する予定です。

今回は、企画セッションとして、テーマを「文化環境」とし、「焼畑と流域圏の暮らし」についてのトークセッションを予定しております。乞うご期待!!

(橋尾直和)



We Love "SHIMANTO"



2005.11

■ 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 社会システム工学科 村上研究室
〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮ノ口185
TEL:0887-57-2418 FAX:0887-57-2420
E-mail:murakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp
