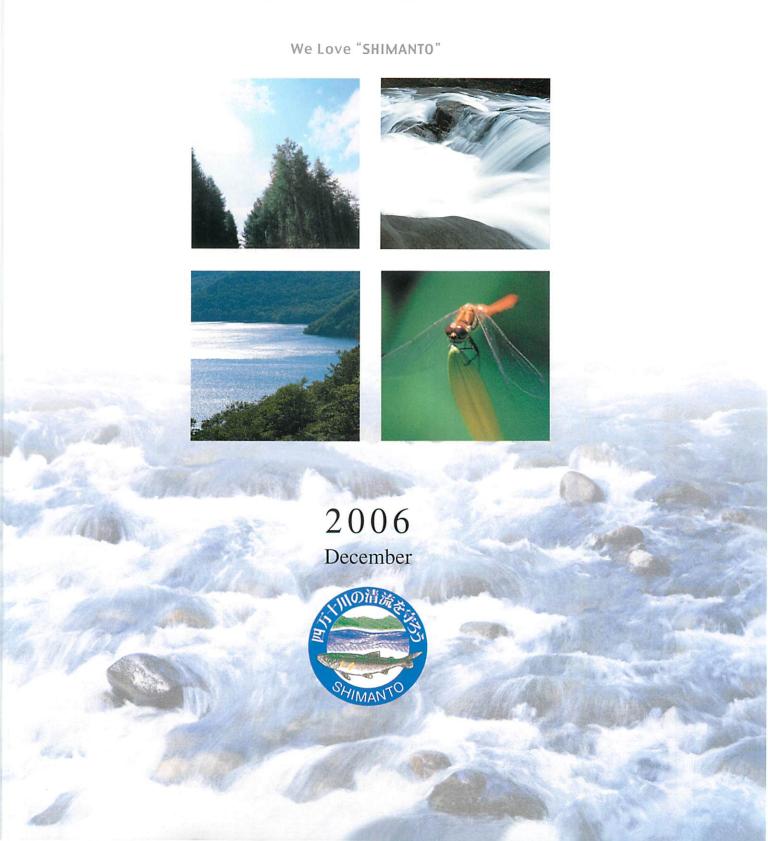
四万十·流域圈学会誌

第6巻 第1号



四万十·流域圏学会誌 第 6 巻 第 1 号 (2006) 目 次

巻頭言
日本の豪雨の結合規模は強まっている!
松田誠祐(高知大学名誉教授)1
解説
「四万十活性化小委員会」が目指すもの
瀬戸口忠臣 (JF エンジニアリング(株)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
論文(原著)
地域防災力の向上要因に関する研究 一高知県西南部豪雨災害被災地の事例からの一考察—
三牧純子(京都大学大学院地球環境学舎)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策 ― (その2) 乾期・雨期の分極と人口が
集中する沖積平野一
辻和毅 (不二グラウト工業㈱) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策 ― (その3) 地下水依存度が高く地下水
汚染が発生した沖積平野一
辻和毅 (不二グラウト工業㈱) · · · · · · · 31
ユースセッション: 調査論文
自然廃棄物を利用した水質浄化処理装置の開発
愛媛県立北宇和高等学校 生産食品科 草花専攻班39
川の水と川底の水との因果関係
高知県立四万十高等学校自然環境部(佐々木亮、山本真佑良、藤田将平、中脇里紗、佐賀あずみ、
西山満、田辺樹里、伊賀政治、小野川真菜)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
報告
第7回四万十・流域圏学会総会・学術研究発表会のご案内、発表申込書、講演要旨サンプル
49
添付
四万十・流域圏学会・会則······55 入会申込書·····61
四万十・流域圏学会・役員リスト・・・・・・・・・58 四万十・流域圏学会誌・執筆要領 (サンプル)・・62
委員会······64
A P # # # S'rb + CO

日本の豪雨の結合規模は強まっている!

松 田 誠 祐*

四万十・流域圏学会は、会長・事務局長をはじめ、関係者の努力によって設立から6年目を迎えることになりました。 さまざまな分野の研究者、技術者、活動家、行政の方々の献身的な努力の賜物であります。今回、学会誌の巻頭言を書 くように依頼されました。実はこういった類の文章を書くのは苦手なのでお断りしたかったのですが、巻頭言らしから ぬ一文になることをお許しいただきたい。

2004年12月26日に発生したスマトラ沖地震と大津波によって226,194人の犠牲者がありました。生々しい津波被害の映像が記憶に残っています。来るべき南海地震への備えが急がれるところです。また、毎年世界の各地で豪雨や干ばつが頻発し、甚大な被害が発生しています。地球の気候変動が心配されているのです。

私が取り組んでいる豪雨の研究もそれにすこし関係があります。豪雨の長期変動傾向は、かなり前から取り組んできた課題です。しかし、それを表す適当な指標が見つからないということから、なかなか研究は進みませんでした。ようやく最近になって豪雨の長期変動傾向を表す指標が見つかりました。それは10日降水量と、その中の最大24時間降水量、さらにその中の最大1時間降水量を用いて計算する"豪雨の結合規模"と呼んでいる指標です。1時間降水量や24時間降水量、あるいは10日降水量などを単独に調べるのでは有意な結論を見出すのはなかなか困難です。そこでこれらの要素の複合的な指標を考えたということになります。この指標を計算するには、10日降水量に含まれる最大24時間降水量と最大1時間降水量の結合確率を計算する必要がありますが、その計算法については第5巻1号に論文(日本における豪雨規模の経年変化)が掲載されていますので、詳細はそちらを参考にしてください。1976年から2004年までの29年間のアメダス時間降水量を用いて日本の全データを対象として解析した結果によると、日本の豪雨の結合規模は確実に強まっている(95%信頼限界)という結論になります。

年降水量や季節降水量の傾向についても調べています。それらによると、地域によって、また対象とする要素の期間 の採り方によって変動傾向に違いがありますが、高知県では、豪雨の結合規模が強まっているだけでなく、冬季の渇水 の傾向も強まっています。降るときにはどっと降り、降らないときにはなかなか降らないという構図がだんだん顕著に なっているように見えるということです。

ところで、このような変動傾向がなぜ起こるのかについて、いわゆる"地球の温暖化"に原因を求める考え方があります。特に人為的な温室効果ガスの排出が一因であると言われています。これを肯定する意見の根拠は、最近の気温の上昇傾向、海水面温度の上昇傾向、南極・北極の氷の融解、氷河の後退、ツンドラ地帯の氷の融解などが進行している、あるいは生態系にも変化が現れているというものです。私も大体この考え方ですが、必ずしもそうではないという説もあります。否定的な説の根拠について、私には詳しいことはわかりませんが、地球の気候変化の機構は複雑で、断片的な結果だけから簡単には説明できないというものが多いようです。

最近,人間は地球を壊しているのではないかと思うことが多くあります。誤った戦争とその後の混乱と対立(彼らの愛国心)の報道を聴き、見るにつけ、かけがえのない美しい地球を戦火で壊すことの愚と驕りを感じます。地球に生きるものは全て、生きるためにのみ許されるルールがあるはずです。人間も、生きるために山・川・海の恵みを利用してきました。地球のルールを認識し、地球を守るために何ができるかを学ぶ必要があると思います。その第一歩は、身近な地域を、流域圏を学ぶことから始まります。今号には高校生の活動報告が掲載されると聞きました。すばらしいことで、次にも続いて欲しいものです。

^{* 〒780-8502} 高知市南国物部乙 200 高知大学名誉教授

〈解 説〉

「四万十活性化小委員会」が目指すもの

瀬戸口忠臣*

1. はじめに

筆者らは、平成17年11月、渡川会(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合同のOB会)の皆さんの協力と当学会の総務委員長である村上雅博教授(高知工科大学)のご指導を得て、「四万十・流域圏学会」の中に「四万十活性化小委員会」を立ち上げることができた。

四万十活性化小委員会は産、官、学の三者から成る、いわば混成のボランティアグループである。ただ、「産」といってもメンバーの殆どは、今は第2の人生で会社勤めをなさっているものの、元々は30年から40年の永きに亘り建設省(国土交通省の前身)に勤務していたOBばかりである。一方、「官」のメンバーは、国土交通省の中村河川国道事務所に勤務しているバリバリの現役である。だから、「産官学」混成のボランティアグループを立ち上げた、と言うより、むしろ、同じ釜の飯を食った「官」の先輩と後輩がこの小委員会の趣旨に賛同して、先行的にボランティアグループを立ち上げた、と言った方が正確かもしれない。

本稿では、国土交通省のOBとしての立場から、この小委員会の設立の経緯、活動のねらい、当面の作業、活動を維持していく上での問題点、この小委員会にかける夢等について述べることとする。

2. 四万十活性化小委員会の設立

(1) 設立の動機(1)

四万十活性化小委員会を立ち上げるに至った動機は3つある。郷土愛と公共事業批判、国土交通省OBの再度の第一線復帰、この3つである。

(イ) 郷土愛

まず郷土愛についてであるが、幡多においてはたまたま「四万十かいどう事業」「多自然型川づくり」(以上、中村河川国道事務所が事業主体)、「観光交流モデル事業」(中村商工会議所が事業主体)といった道づくり、川づくり、地域おこしの3事業が同時並行して進められることとなった。

我々渡川会としてはこの千載一遇のチャンスを看過する訳にはいかない。我々OB会は土木公共事業にかけては類稀なる専門家集団である。「永年執った杵柄(きねづか)を生かしてこれらの事業に参画し、散々お世話になった幡多の中村、宿毛に一宿一飯の恩返しが出来ないものだろうか?」と考えた。これが動機の

ひとつである。

(口) 公共事業批判

次に公共事業批判。最近では公共投資の地域へ及ぼす経済波及効果は大分薄れたとして、財政再建の御旗の下、公共事業費は年々削減されてきている。それに追い討ちをかけるかのように贈収賄、談合事件、耐震偽装事件、工事施工ミス、ダンピングまがいの低入札などの続発である。今や公共事業のイメージは大きく失墜し、「公共事業は無駄だ、悪だ」とまるで悪者扱いにされる始末である。我々国土交通省〇Bは大変肩身の狭い思いをしている。

しかし、社会資本整備がまだまだ立ち遅れている幡多においては、この様な議論は決して当てはまらない。この誤った批判を払拭するため、我々OBはどうすればいいのか? 何か有効な手立てはないものだろうか? こう考えたことが2つ目の動機である。

(ハ) 国土交通省 O B の再度の第一線復帰(2)

最近、国土交通省のOB会の名簿を拝見していて、職業欄が空白になっているOBが次第々々に増えてきているのに気が付く。特に、地方の事務所OB会でその傾向が強い。私が建設省に入り立ての頃、現場の第一線で溌剌(はつらつ)として指揮を執っておられた大先輩が今は、無職というのは時の経過とはいえ実に寂しい。まだ矍鑠(かくしゃく)としておられる。折角の人材が埋もれてしまって、社会的にも大きな損失である。

OBが、それぞれの地方において、しかも生涯にわたって社会に貢献し続けられる方策が何かないものだろうか? OBの受け皿として何か就労の場が考えられないものだろうか? こう思い悩んだことが3つ目の動機である。

(2) 産みの苦しみ

そこで筆者は、我々OB会と一緒になって土木公共事業の必要性について教育宣伝活動をしていただける団体が何処かにないものだろうか、と探しまわった。ある、ある、高知県には全国でもユニークな「四万十・流域圏学会」が存在するのである。学問の分野ごとの学会は多いが、地域に根差した学会というのは珍しい。渡川会が四万十・流域圏学会と手を結んで、「産官学の地域連携」がとれないものだろうか!と考えた次第である。

早速、渡川会の役員会において「まずOB会として四万十・流域圏学会に加入しよう、そこで同志を糾合(きゅうごう)して中村、宿毛の地域おこしのボランティア活動を展開しようではないか!」と提案した。

^{*} JFE エンジニアリング 株式会社 (顧問、四万十活性化小委員長) 〒230-8611 横浜市鶴見区末広町 2 丁目 1 番地

役員会では、「今時、徒党を組んで行動を起こすと 国土交通省への圧力団体か、はたまた談合団体かとあ らぬ疑いを懸けられる恐れがある、止めたほうがい い」、「いや違う、社会の誤った批判に応えるために も我々OB会の存在を天下に示したほうがいい」、

「OB会というのはそもそも親睦団体であって社会 貢献やボランティア活動をする団体ではない、しかも 学会で議論できるようなOBはごく限られる、地方の OB会には人材が払底している」、「豊かな自然と細 やかな人情の幡多で、我々はそこそこ不自由のない生 活を送っている。そこにもってきてボランティア活動 とは何事か! 静かな生活をディスターブするよう なものじゃないか、活動資金だって自分で負担すると なると馬鹿にならない」、「渡川会の面倒は、今は、 四国建設弘済会(国土交通省の外郭団体で社団法人) の方でみている、弘済会のあり方に対してマスコミ批 判もある折、学会に入会するなど新たに弘済会に負担 がかかるようなことは差し控えていただきたい」など など甲論乙駁といった状況であった。

結局は役員会としての最終結論がでないまま、志の高いOB数名が個人賛助会員として四万十・流域圏学会に入会することになった。そして学会の中で、我々渡川会のメンバーを中核に、大学、流域圏学会の関係者、中村河川国道事務所の現職職員、中村商工会議所の職員らが集合して、なんとか当初の目論見(もくろみ)どおり四万十活性化小委員会の創設に漕ぎ着けたところである(図-1 「四万十川流域の住民参加イメージ」参照)。初代の委員長には不肖著者が就くことになった。

3. 時代の流れと公共事業の変遷

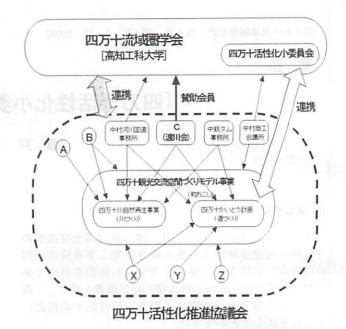
ここで翻って、戦後から今の 21 世紀初頭に至るまでの時代の流れを考察し、次いで国土行政、建設行政の変遷を追ってみることとする。

(1) 時代の流れ(3)

(イ) 戦後の高度経済成長期の風

我々日本人は、豊かな国民生活の実現を目指して、 戦後の高度経済成長期をがむしゃらに働いてきた。こ の時代を代表する産業は、言うまでもなく自動車であ り、家電製品である。これら自動車、家電製品は、「人 間の手足に当たる部分が延長してきて独立したもの」 と見なすことが出来る。我々は、人間の手足になるも のを大量に生産し、大量に消費して、その結果として 一定、豊かな国民生活を手に入れることが出来た。さ らにまた、高度経済成長期の「残り火」として 1990 年代にはバブルも経験した。

以上の高度経済成長期、それに続くバブル期を貫く「時代の風」は、市場主義、弱肉強食、効率、規格化、標準、Tough(手ごわい)、Independent(他人に頼らない、自分の責任で)、Competitive(競争する、鎬(しのぎ)を削る)である。この様な「時代の風」が吹き荒れた結果、人々は「競争疲れ」「自己責任疲れ」となり、「気疲れ症候群」といった様相を呈するようになってきた。最近、異様な社会事件が頻発するのは、この「気疲れ症候群」の裏返しではないのか、とさえ



様々なボランティアグループの分類

ルラ	(A)	C. C. Dr. of Marie 1
道づくり	Y	
町おこし	Z)	政権を担づい
川づくり+道づくり	C	(渡川会)
川づくり+町おこし	B	各有工具原
道づくり+町おこし	\mathbf{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。

図-1 四万十川流域の住民参加イメージ

思う。

(ロ)新しい21世紀の社会は?

21世紀の初頭に至って、さしものバブルも弾け、我々は「一炊の夢」からやっと目が覚めた。夢から覚めて「高度経済成長期の市場主義の下では、破壊をもたらすばかりで、何も新しいものは生まれてこない」ということに気がつき始めた。「重化学工業によって自然が破壊され、公害が蔓延する」「農薬や化学薬品が普及して健康被害が発生する」「車が渋滞して大気汚染が深刻化し、地球温暖化が進む」「日本の伝統的な大家族制が崩壊して核家族化が進み、家族の絆が分断される」「公務員のモラルや士気が低下し、談合や贈収賄が横行する」「勝ち組と負け組がハッキリする、敗者復活のセイフティネットもなかなか整備されない」、やっとこんなことに気が付き出したのである。

さて、今後、日本は何処へ向かおうとするのだろうか? この疑問に対する答は、アメリカの心理学者マズローの 「段階欲求説」の中に見出すことができる。マズローは、

「人間の欲求は、低次の欲求から次第々々に高次の欲求に移っていく、しかもその順番は逆になることはない」と説く。低次の欲求とは、第1に「食べる、寝る(生理的欲求)」、第2に「安全に生活したい(安全の欲求)」である。高次の欲求とは「地域で認められたい、地域の一員として地域と仲良くやっていきたい(社会的欲求、

自我の欲求)」「自分の能力を実現したい(自己実現 の欲求)」である。

この学説を今の日本に当てはめれば、「低次の欲求」がほぼ満足された今現在、来るべき 21 世紀は「高次の欲求」を追い求める時代になる。すなわち、我々日本人は、「地域で認められたい」「自分の才能を実現したい」という社会へステップアップしていこうと試みるはずである。次にやってくる社会は間違いなく個人の知識、専門技術、特殊技能がモノをいう「知識産業の社会」である。しかも、「少子高齢化社会」「2007年問題」と軌を一にして、早晩この知識産業の社会がやってくる。

その知識産業時代の代表的な産業は、情報処理機器 あるいはロボットであると言われている。これらは、

「人間の頭脳、神経が延びてきて独立したもの」と見なすことが出来る。リーディング産業が、高度経済成長期の「手足」から「頭脳、神経」へと移り変わっていくのである。「時代の風」も、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

(2) 建設省から国土交通省へ

次に、国土行政、建設行政にスポットを当ててその変遷を概観してみたい(表-1 「社会資本整備の今と昔-建設省から国土交通省へ-」参照)。

(イ) 戦後

戦後復興のため国民一丸となって「追いつき追い越せ」を標榜した時代である。経済活動の原動力となる電力を確保するため、社会資本整備の中でも取り分けダムの建設が強力に推し進められた。また、毎年頻発する河

川の洪水氾濫から、国民の生命、財産を守るため 1 級河 川の改修に優先的に公共投資がなされた。

(口) 高度経済成長期

昭和 39 年の東京オリンピックをバネに未曾有の高度 経済成長が始まった。また、日本列島改造論が全国を席 巻した時代である。数次にわたる全国総合開発計画では、 「国土の均衡ある発展」が高らかに謳われた。

その一方で、水俣のイタイイタイ病や国道 43 号 (大阪 ~神戸) における自動車の排気ガスによる大気汚染など 公害問題が深刻化した時期でもあった。

当時の建設省とされては、限りある予算を効率的に執行するため、事業評価、環境アセスメントなどの分析手法を駆使して、公共事業の優先順位や地域間のウェイト付けを定め、計画的に社会資本の整備を進めてきたところである。

(ハ) 21 世紀初頭

戦後の発展を支えてきた組織・体制に制度疲労が見受けられるようになり、抜本的な行財政改革が進められることとなった。その結果、建設省と運輸省とが大同合併し、数兆円に上る公共事業を殆んど一手に扱う巨大官庁「国土交通省」が誕生した。

一方、長良川河口堰や吉野川第十堰、川辺川ダム、東京外郭環状道路などの大規模プロジェクトにおいて、地域住民の間からは公共事業反対の大合唱が沸きあがったところであるが、これを教訓に、公共事業は一重に行政サイドの独占ではなく今後は、行政と住民とが手を携えて、お互い納得づくで進めるべきものとされ、目下のところ「官」のほうでは「情報開示」「説明責任」「パブリックインボルブメント」が推し進められている。今、我々は世紀を超えた課題に直面していると言っても決して過言ではない。

4. 四万十活性化小委員会の性格づけ(4)

表-1 社会資本整備の今と昔ー建設省から国土交通省へ一

時代	法令	行動指針	人と体制	予算	基盘	OPAの独物	
H314					ハード	ソフト	OB会の役割
戦後	建設省設置法	追い付き追い越せ (戦後復興)	CE CONTRACTOR	直轄と補助	ダム河川改修	職員団体	親睦相互扶助
高度経済成長期	全国総合開発計画 民活法	事業評価 (B/C、LCC) 国土の均衡ある発展 パブリック インボルブメント	官と民	民間資金 (PFI方式)	河川改修 道路建設	環境アセスメント 新たな入札 契約制度	技術研鑚
21世紀	建設省と 運輸省の 統合 NPO法	コンプライアンス 情報開示 説明責任	官と民と公 (産官学民 の連携)	三位一体の 改革 道路特定財源 の一般財源化	川づくり 道づくり 町おこし	オンブズマ ン制度 人づくり	社会貢献 (ボランティア)

さて、著者は、この様な時代の奔流の中で、四万十活性化小委員会を、僻遠の地方部において果たして、産、官、学、民の四者連携が成立するかどうか? そのテストケースと位置づけている。

今後、本格的に幡多の地域づくり、川づくり、道づくり、さらには人づくりにまで係わっていくに当たり、①公共事業を取り巻く環境が激変していく中で、産、官、学、民それぞれは何処へ向かおうとしているのか? ②その大きなうねりの中で、我々OBには何が期待されているのか? OBはどう立ち振る舞えばいいのか?③その際、OBの活動に障害となるものは何か? それを取り除くにはどうすればいいのか? 以上の3点について、まずもって整理しておきたい。

(1) 現場を重視しだした産官学民

以下に分析するとおり、産、官、学、民の四者は期せずして、いずれも「現場第1主義」に足並みを揃えだしたかのように見える。四者は「現地」という一点で通底していると考えてよい。今や「地域の動向」を抜きにしては何にも出来ない状況になってきている。

(イ) 官(国土交通省)の方向転換

平成9年の河川法の改定で今後、川づくりを進めていくにあたっては、広く「流域懇談会」の意見を聞いた上で整備計画を定めることとなった。流域懇談会には、市民団体、行政、地元企業の三者が同じテーブルに着き、学識経験者の専門的な見解を拝聴しながら、継続的に意見や情報の交換を行い、緩やかな合意形成を図ることが謳われている。

また、道路行政においてはこの度、新たに「日本風景街道」と称する事業に取り組むことになった。これは、これ迄の、ややもすれば単に人や物を運ぶだけの機能一辺倒であった道路計画を方向転換し、行政と地域の人々が主体となって、その地域固有の自然や歴史、文化、風景などを生かした道づくりを押し進めようとするものである。 この様に道州制、地方分権、国土形成計画などの議論の高まりの中で、社会資本整備の手法も国主導から国、県、市の行政と地域の人々の二人三脚へと大きく踏み出すこととなった。

(ロ) 企業の新たな取組み

最近、企業の環境汚染問題、人体への健康被害、談合事件、工事請負代金の一部が地元へ不当に還元された事件、不良不適確工事、耐震偽装設計、低入札に因る粗悪工事などの不祥事が後を断たない。企業においてはこの反省から、コンプライアンス(法令の遵守)、企業の社会的責任(CSR、Corporate Social Responsibilityの略)が声高に叫ばれている。そもそも企業は、顧客、株主、地域社会をはじめ多くのステークホルダー(利害関係者、集団)と係わりを持ちながら活動を行っているが、改めてコンプライアンスを遵守し、これらステークホルダーの満足度を高め、社会との共存共栄を図っていくことを標榜しだした。

(ハ) 市民や地域住民の意識改革

これまでは「個人の権利」の名の下に過当な要求をしたり、あるいは自らの義務を省みず社会に横車を押すケースが無きにしも非ずであったが、これらが公序良俗に反することに気付き、今後は行政から独立し、道普請、ドブさらい、打ち水などのチョットした維持作業、街並

みの整備など身のまわりのことは町内会自らが進んで行っていこう、といった気運が生まれつつある。さらには 高齢化の進展と相俟って、コミュニティ単位で世代を超 え、階層を超えお互いにいたわり助け合っていこう、と いった相互扶助の精神も芽生えつつある。

(二) 大学や技術者集団の反省 (5)

象牙の塔ではこれまで物事を科学的、合理的に分析するため専門が分化し、縦割りが進んできた。本来であれば全体を俯瞰した上でそれぞれの専門分野の位置づけがなされ、大所高所から価値判断がなされるべきなのに、それが十分になされないまま、その分野の中だけの目標達成に邁進してきた。その結果、学会も技術者も、知らず知らずのうちに「技術上の隠語」を使ったり、異分野の方々には到底理解できないような専門用語で話をしたり、こんなことが至極当たり前のようになってきている。

地域全体の話をするには今一度専門分野それぞれの垣根を低く取り下げて、率直に異業種の方々とも話し合う態度が必要である。最近になってようやく過度に専門分化することの弊害に気付き、「難しい話は止めて皆して実際の現場へ飛び出し、実物を前にして議論を行おう」という風潮に変わりつつある。6年前発足した「四万十・流域圏学会」がその典型的な例である。

(2) OBに期待される役割

以上のように産、官、学、民が大きく舵を切っていく 中で、我々国土交通省のOBは今後、どの様に身を処し ていけばよいのだろうか?

幸い我々OBは、現役時代は官の一員として所謂(いわゆる)お役所仕事に精通してきた。その過程で随分と大学、研究所へも通い、象牙の塔を垣間見てきた。第2の人生に至っては、民間企業に再就職し、市場原理至上主義の中で企業戦士の仲間と切磋琢磨している。さらに志の高いOBは企業市民として市井の中に飛び込み、ボランティア活動にも精を出している。

この様に我々OBは、産、官、学、民それぞれの世界を理解できる貴重な専門家集団である。そんな訳で我々OBには、1専門家として、あるいは1企業人として、さらには1市民として、地域住民と協働、連携しながら社会貢献活動、ボランティア活動を行うことが期待されているものと思われる。

(3) OBの社会貢献活動を総合評価の加点要素に!

前述の渡川会の役員会での議論を反芻(はんすう)してみるに、彼らが四万十・流域圏学会に入会することに躊躇(ちゅうちょ)したのは、彼らの気持ちの中に多分、

「今、第2の人生において折角再就職できたのに、会社の本来業務を等閑(なおざり)にしてボランティア活動に参加したら、自らの会社勤めにとって不利に働くのではなかろうか?」という危惧があったからではないのか、と思われる。

一方、著者は、「入札・契約方式が指名競争から一般 競争へ移行し、OBが単に名刺を配ってまわるだけの営業活動が敬遠されている折、流域圏学会の中に産、官、 学、民の緩やかな集合体を創り、その枠組みの中で役所 に出向いて技術的な営業活動を展開すればいいじゃないか、そうすれば官民癒着(ゆちゃく)との社会の批判も 躱わせる(かわせる)だろう」とまったく逆のことを考えていた。道理で議論が噛み合わなかったはずだ。 そこで提案だが、この様なOBの心配や不安を振り払うために、発注者側では、入札契約時の総合評価の中で、その企業が地域づくり、道づくり、川づくりの川上段階で、ボランティア活動を通じてどの程度汗を掻いたのか、その程度を加点要素としてカウントしていただけないものか、と思う。そうすれば、OBがボランティア活動を行うことに会社は何も反対しないはずである。社是である「企業の社会的責任」と会社の使命である「事業収益の最大化」のベクトルが一致するからである。

5. 先進事例「多摩川流域懇談会」の紹介

ここで、産、官、学、民の連携が極めて良好な状態 に維持されて、川づくり、道づくり、地域おこし、人 づくりが展開されている多摩川流域懇談会を紹介した い。

多摩川は、東京と神奈川の県境を流れる 1 級河川である。昭和49年の異常豪雨では、狛江の宿河原地先で堤防が決壊し、民家19棟が濁流に飲み込まれて流失するという痛ましい事故が発生したが、その一部始終が全国に放映され一大センセーションを巻き起こしたことは未だに記憶に新しい。また、昨年はアザラシの「タマちゃん」が出没したことでつとに有名な河川である。

(1) 市民のボランティア活動

この多摩川流域を舞台に、ひたひたと押し寄せる都市化の波に抵抗して、多摩川の自然、歴史、文化、環境を守っていこう 200 近い住民団体、環境団体、N'POの皆様がさまざまなボランティア活動を展開している。彼ら「多摩川大好き人間たち」は平成 16 年 6 月、大同団結して多摩川流域ネットワークを旗揚げなさった。そのネットワークの事務局は、同じボランティア団体の1つである「NPO 多摩川エコミュージアム」が引き受け、活動の拠点を国土交通省京浜河川事務所宿河原堰出張所の一角に置いて、ボランティア団体相互の連絡調整、その他いろいろな事業、展示会、セミナーなどを開催している。

(2) 教育機関の体験学習

流域の小・中学校は「水辺の楽校」と称して、河川敷で川遊びをする、夏季には源流探訪に出かけるなどの屋外教育を実践している。高校は高校で、地域に門戸を開放し、高校生、大学生を始め一般市民、有識者、郷土史家などを募って「多摩川流域市民学会」を立ち上げている。さらに、源流の小菅村には、東京農業大学が文部科学省の補助を受けて「多摩川源流大学」を開設する運びにある。ここでは座学よりむしろ古くから地域に根差してきた文化を学習体験することに重点が置かれている。

(3) 企業の社会的責任

一方、河口部の京浜工業地帯で業を営む企業は、例えば財団を立ち上げるなどして、多摩川に係る顕著な研究、ボランティア活動に対し支援の手を差し伸べている。また、地元金融機関などは、毎年アユの放流を定例化するなど社会還元事業を実施している。さらに、「企業の社会的責任」の掛け声に合わせて地域対策室やCSR推進室などを置く企業も増えだした。

(4) 斬新的な行政の取組み

このような地域の動きに相呼応するかのように、川崎市とされてはこの4月、庁内を横断的に取りまとめる新規組織「多摩川施策推進担当」を立ち上げ、早速、市長直属の「多摩川プラン策定委員会」を組織された。この委員会には市民代表は勿論のこと、学識者、企業市民、行政職員らが参画し、多摩川と町づくりに係わるマスタープランが策定された。さらに、このマスタープランは、市のパブリックコメント条例の適用第1号として年明けには、一般市民にフィードバックされることになっている。地方公共団体自らが、国(国土交通省)直轄の河川に対してマスタープランを策定するということは多分、我が国で初めての試みではないだろうか。

片や河川管理者の国土交通省京浜河川事務所とされては、地域とのパイプ役を担っていただいている上述の「NPO多摩川エコミュージアム」とがっちり手を組んで、「多摩川流域懇談会」を組織された。

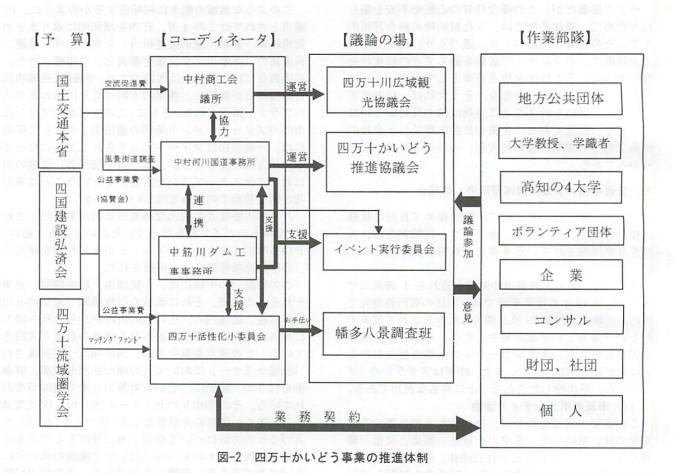
この懇談会の中核には、市民団体、教育機関、企業群 それぞれの代表、それに流域の行政機関(東京都と川崎 市は常連、流域内の、その他の市町村からは持ち回りで 1 地方公共団体を選出)からなる運営委員会が常設され ている。この運営委員会では、四半期に一度開催される 「流域セミナー」においてどの様な企画や行事、啓蒙活 動を行うか、頻繁に、しかも対等の立場で議論が交われている。その手作りのセミナーの当日は、国土交通が れている。その手作りのセミナーの当日は、国土交通が からも多くの職員の方が参加して、川づくり、町づくり、 人づくりの方針について懇切丁寧に説明をして下さる。 また、目線を我々のレベルに合わせて議論の渦の中に改 入ってきて下さる。有難いことである。昔の河川行政と は隔世の感がある。これぞ正に行政と地域が二人三脚で 進める河川行政のお手本みたいなものである。

6. 四万十活性化小委員会の初仕事は「幡多八景調査」

今、四万十活性化小委員会は、時代の追い風を帆に受 けて静かに岸を離れた状況である。これからが当小委員 会の真価が試される本番である。我が小委員会は予算が 潤沢にある訳でもなく、人数も限られていることから到 底作業部隊とはなり得ず、専ら国土交通省の中村河川国 道事務所あるいは中筋川総合開発工事事務所の黒子とし て、四万十流域圏で活躍されている各種ボランティアグ ループのコーディネイト役あるいはコーチ役に徹するべ きだと心得ている(図-2 「四万十かいどう事業の推進 体制」を参照)。当面は、四国建設弘済会の公益事業費 と国土交通省からの日本風景街道調査費、以上2つの予 算を効率的に活用し、四万十流域圏の道づくり、川づく り、地域おこし、人づくり、人と人のネットワークづく りに励むことである。特に、国土交通省がプロモートし ている「日本風景街道戦略会議」のご当地版である「四 万十かいどう推進協議会」の動きとタイアップして、大 いに議論を交わし、その理念を磨き、仕組みづくり、制 度づくりに邁進して参りたい (写真-1 平成 17 年 9 月 28日付の高知新聞の記事を参照)。

(1) 同床異夢の「四万十かいどう」

目下のところ現地幡多では、その「四万十かいどう」 の議論が沸騰している。「かいどう」を単に「街道」の みならず、「皆道(皆んなの道)」「回道(回遊ネット



ワーク)」「快道(歩いてみてうきうきとする快適な道)」「櫂道(昔、炭や生活物資を積んで四万十川を上り下りした舟母(せんば))」「海道(黒潮洗う海岸沿いの道)」「解道(弘法大師と共に歩く解脱の道)」「晦道(引明を縫う細い谷道)」「晦道(月明りのない漆黒の夜道)」などと読み替えて「四万十かいどう」の在るべき姿を模索している。下半起源はアメリカ)、南海道、四国のみち、観光交流ルート、お温路みち、の字ルート、観光交流ルート、お温路みち、の字ルート、観光交流ルート、お温路みち、の字ルート、観光交流ルート、お温路みち、の字ルート、観光交流ルート、お温路みち、の字ルート、観光交流ルート、お温路みち、の字ルート、観光交流ルート、お温路みち、の字ルート、観光交流ルート、お温路みち、の字ルート、観光交流ルート、お温路の大郎である。良く言えば百花繚乱、悪く言えば同床異夢の状態である。

(2) 幡多八景調査班の編成

道には「形而下の道」と「形而上の道」があると思う。例えば、「駅に行く道は?」の「道」は前者、「難問解決に向けて道筋をつける」の「道」は後者と言ってよい。道に寄り添う「風景」についても同様のことが言えるはずだ。

著者は「四万十かいどう」に係るようになって、既に指定されている現実の幡多八景、即ち「形而下の風景」と、古今東西の著名な風景画、即ち「形而上の風景」とを比較対比し、分析することによって、本当に「幡多固有の風景」が存在するのかどうかを突き止め



写真-1 平成17年9月28日付の高知新聞の記事

てみたい衝動に駆られるようになった。この真相追求 のため、四万十活性化小委員会の中に「幡多八景調査 班」を組織し、まずは「お遍路みち」や「幡多八景」 について勉強会やフィールドワーク、文献調査に着手 したところである。

7. ボランティア活動を展開していく上での留意点(6)

四万十活性化小委員会は現在、発足して未だ 1 年、よちよち歩きの段階であり、その活動状況は決してスマートとは言えないが、活動を維持していく上での課題、ポイントも次第に分かりかけてきたところである。この小節では、ボランティア活動をスムーズに展開していく上での留意点を述べることとする。

(1) まずは活動資金の確保

ボランティア活動を展開していくには、どうしても 旅費なり、連絡通信費なり、印刷費用などの経費がか かる。これらの経費は、もちろん会費や自己資金で賄 われるのが本筋であるが、必ずしも十分でない場合が 多く、不足分を国や県、財団などから補填していただ くことも止むを得ない措置である。不足分全額とは言 わないまでも、その一部でも補填していただければ、 ボランティア活動のインセンティブになり、大きな励 みにもなる。

最近、行政は地域を重視して、「地域と双方向の対話と連携を保っていこう」、「地域と事前に十分議論したうえで、地域との二人三脚で公共事業を進めていこう」とする機運にあり、そのため各種の調査費、補助金、助成などのメニューが用意されている。だから、活動資金としてはこれらの予算の獲得についてまずは検討すべきである。ただ、これら公的資金の配賦にあたっては、助成適格団体かどうかのチェックがあり、また、予算の申請手続きも込み入っているので、まずは組織の規約を定め態勢を整えるとともに、予算要求の実務に長けたメンバーの存在が必要となってくる。

ただ、我が国においてはボランティア活動の歴史は 未だ浅い。組織の態様にも活動のパターンにもこれと いった形はないし、勿論マニュアルもない。いやむし ろ、ボランティア活動は本来、地域住民の自主性に任 されているので、パターンもマニュアルも無いのが 通である。だから、規約といっても地域が活動し易い よう緩やかな約束ごとを定めておけば、それでひとま ず事足りるのではなかろうか。また、行政サイドとし ては予算要求の事務手続きをことさらに細かく規定 するのではなく、むしろ予算に見合う活動かどうか、 活動の実績を評価するところに力点を置くべきでは なかろうか。

なお、各種予算のうち調査費の執行について付言すれば、国土交通省は、この度の公益法人改革を受けて財団、社団との随意契約を止めて今後は、一般競争入札方式で業務を発注することになった。即ち業務契約上は、大学も、財団・社団も、コンサルタント会社も、ボランティア団体も同級同列に扱われ、1つの業務に対して企画書(プロポーザル)を提出し、技術と理論と価格の競争により業務を受注していくことになったのである。

(2) 地域の事情を忖度でき、かつアグレッシブな人材 の登用

ボランティア団体には、いろいろな価値観を有する各界各層の方々が集合しており、提出される意見も様々である。したがって、リーダーの要件としては、議論百出の中で凡そ(おおよそ)の意見を取りまとめ、グループ全体を前向きにリードしていける能力と資質が求められる。

ただ、注意すべきは、そのリーダーが一方的に中央の 先進的な論理をトップダウン方式で地方に持ち込もうと すると、その地域に根付いている人々から反発を買うこ とがある。人間というのは本来、保守的であり、住めば 都とばかりに現状に安住しがちだし、また、知足安分(足 るを知り、分限に安んじる)の境地に達して環境の変化 を好まないからである。しかしそうかといって、地域に 阿ねたり(おもねたり)、手を拱いて(こまねいて)い ると、地域の中からはなかなか現状を変えようなんて革 新的な意見は沸きあがってはこない。地域はますます時 代の波頭(はとう)から取り残されてしまう。

そこで、ボランティアとしては、地域外の開明的な動きや情報は客観的に正しく伝えてあげ、そしてその評価、判断は地域に委ねる、といったスタンスに立つべきである。その結果、地域から澎湃(ほうはい)として改革の意見が持ち上がってきたら、その時に初めて必要な手助けをしてあげればいい。いくら外部から引っ張り上げようとしてみても地域の意識水準が底上げされない以上地域は次のステップに踏み出せないのである。だから決して功を焦らないことである。

以上のことから、ボランティア活動には、地域の人々の感情を忖度(そんたく)でき、それでいて地域の固い 殻を打ち破るだけの見識とバイタリティを併せ持つリーダーやアグレッシブな人材の存在が是非とも必要不可欠となってくる。

(3) 人づくりや歴史、文化の発掘などのソフト事業も組み込む

ボランティア活動はどうしても行政を支援すべく単に 労務提供型の、一種のイベントに終始するケースが多い。 里山で植林したり枝打ちするにしても、生き物の生態を 観察し、記録するにしても、河川敷でゴミ拾いをするに しても、道路脇のポケットパークに植栽を施すにしても、 これらの労務提供型のボランティア活動には多少の補助 がついているのが通例であり、その補助額の変動により、 場合によってはその時代だけの一過性の活動で終わって しまうことが往々にしてある。

ボランティア活動を末永く継続させていくには、その活動を通じて地域の歴史、文化、自然を掘り起こしては評価し、今の社会、今の時代にマッチした仕組みを模索し、そして、それらを次の世代へ継承できるよう明日の地域を担う若い人々の教育を怠らないことである。すなわち、労務提供型に加えて知識集約型の活動を行いながら人づくり、ネットワークづくりに励むことである。このように、ハードな面(労務提供型のボランティア活動)とソフトの面(歴史や文化の発掘、人づくり)を抱き合わすことによって初めて、その時代の文化、社会制度、慣習などが洗練されて次の時代に伝承される、そして、それが新しい時代と地域にマッチした良質の社会資本の

整備につながっていくのである。こういった好循環の 輪(図-3 「文化を育む道づくり」参照)を作り上げ ることが結果として、ボランティア活動を永続きさせ る原動力になるのではなかろうか。

(4) 学問は実社会で活用されてこそ生きた学問である

これまで大学の教育や研究は、戦後の高度経済成長期の社会的要請を色濃く反映したものではなかったのかと思う。土木工学を例にとって以下に解説を試みる。

当時の社会的要請は例えば、高水を速やかに流下させるため河道断面を少しでも広く開削すること、あるいは交通渋滞を緩和するため四車線道路を 1mでも延ばすこと、快適な市民生活を確保するため下水道普及率を1%でも引き上げることであった。このような時代の要請を受けて土木工学は、河川工学から都市河川、衛生工学へ、また道路工学から交通工学、都市計画、パーソントリップ調査へ、土木施工法から都市土木、海洋土木、オペレーションズリサーチ(OR)、クリティカルパスメソッド(CPM)へと専門分化し、経済的で、強固で、安全で、耐久性の高い、環境に優しい土木構造物の建設が最重要課題に据えられた。

学科の専門分化に伴い、土木技術者もダム屋、堤防屋、魚屋、下水屋、道路屋、交通屋、都市計画屋などと部門、部門に分かれ、相互の交流は殆ど無くそれぞれの分野毎の目標達成に邁進することとなった。社会資本が絶対的に不足していた高度経済成長期においては、このように専門分化して縦割りにすることが社会資本整備にとって一番の早道であったからだ。大学側

はよく社会の要請に応えて優秀な技術者を数多く輩出し、 その結果として短期間で、一定のシビルミニマムを達成 することができた。大学のその社会貢献たるやいくら賞 賛しても賞賛し過ぎることは無い。

しかし今や、時代は知識産業時代へ移ろうとしている。 時代の風は前述のとおり、個性尊重、多様性、伝統文化、 地方重視へと変わりつつある。土木は本来、その語源で ある「築土構木」の故事(その昔、中国の聖人君子が、 洞穴で生活する貧しい民を憂えて、土を捏ね (こね)、 木を組んで住まいを造り、雨露を凌がせた)からも分か るとおり、高邁な構造力学や水理特性、土木材料の物的、 化学的特性のみを追求する理詰めの学問ではなく、むし ろ人間臭い、人々の暮らしや現実の社会に根差した経験 工学であったはずだ。さらに言えば、土木は他の学科と 違って、社会の仕組みづくりや人づくり、景観づくりに 直接タッチできる学問であったはずだ。それなのに大学 は、高度経済成長期の成功体験に埋没して依然として「船 に刻みて剣を求める」愚を犯しているのではなかろうか。 ここ10年間で土木を志望する学生が半減したと聞く。こ の事実は、土木が実社会からますます乖離 (かいり) し て象牙の塔の中で理論や理屈を追求するだけの純粋理学 に特化し、明日を担う若い諸君にとっては無味乾燥に近 い学問に変質しつつあることを如実に証明している。

さて、この四万十・流域圏学会は、その反省から前述の通り「異業種交流」「現物主義」を標榜して始まった学会である。理念としては正にその通りであるが、当流域圏学会の内実は、各大学、各学科、各研究室の主体性を尊重するあまり、関係する4大学の研究活動、学生の

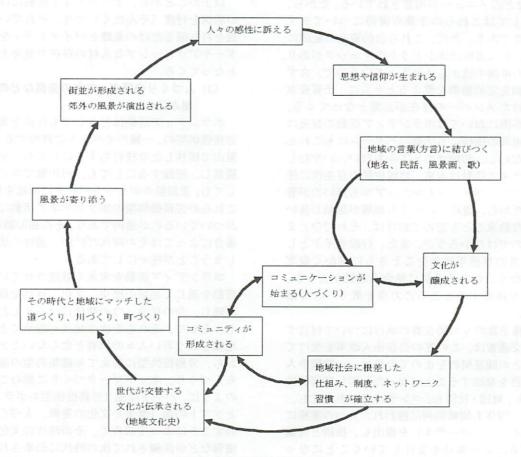


図-3 文化を育む道づくり

教育・指導はそれぞれ独自に進められており、この理念に向けて大学の活動を包括的に統べる(すべる)アクションプログラムは今のところ確立されていない。実際、学会誌を拝読してみても数式や図表、専門用語が盛り沢山の論文が多く、地域に息づく人々の顔や暮らしが見えてこない。

そういった中で、我が四万十活性化小委員会は、総務委員会および企画調整委員会の指導の下で、微力ながらも関係 4 大学を横断的に束ねる市民大学的な存在でありたい、と願って活動している。今後、当流域圏学会に参加の 4 大学が大学相互の垣根を低くしてさらなる異業種交流に励み、現地に立脚した実学の集大成を目指すことを期待している。また、得られた成果は当然のことながら一般にオープンにし、社会に還元すべきである。実社会で活用されない学問は本当の学問とは言えない。

(5) 企業の社会的責任と上手く伍していくこと

最近、企業は自らが惹き起こした幾多の不祥事の反省から、コンプライアンス、企業の社会的責任をスローガンにして会社再生に乗り出した。具体的には、企業市民として市民の活動に積極的に参加する、地域環境の更なる改善のために地域還元事業を実施する、自らが保有する会社のサービス機能を地域に開放する、現地の異常に気が付いたら専門的な見地から対処案を提案する、などなどの役割を演じ、もって企業の地域におけるアイデンティティを確立し、社会的責任を全うしようとするものである。このことが即ち、企業のイメージアップにつながっていくことに気が付いたからである。したがって、ボランティア活動は、こういった企業の新たな取組みと調和し、上手く伍していくことが肝要である。

8. 板の上の雲(7)

(1) もう1つのねらい

いろいろ賛否両論があり、また課題も多い中、四万十 活性化小委員会は期待と不安を背負ってまずは大海原に 船出したところである。この小委員会発足の「ねらい」 については、これまで縷縷(るる)述べたところである が、実は、著者にはもう1つの「ねらい」があった。冒 頭に述べた3つ目の動機に相当するものである。

それは、65歳を超え「第2の人生」から「第3の人生」に移行されたOBの方が再度、社会復帰できるよう、その「受け皿づくり」である。これだけ経験豊かなOBが、地方の片隅に埋もれてしまうのはいかにも勿体無い。少子高齢化の時代、社会的にも大きな損失である。健康にも恵まれ、家庭的にも後顧の憂いがない志の高いOBの方には是非、我々の小委員会の中に進んで入って来て社会奉仕をしていただきたいのである。

福沢諭吉は「心訓」の中で「世の中で一番楽しく立派なことは一生涯を貫く仕事を持つと云うことです」と説いている。また同時に「世の中で一番尊いことは人のために奉仕して決して恩に着せないことです」とも説いている。

(2) 究極の組織づくり

今年3月、宿毛で開催された「四万十・南予地域づくり連携フォーラム」において、シーニックバイウェイで「地域おこし」を図っている先進事例として、北海道の取組みが紹介された。広大な北海道の平原をRV車を駆

って小人数で走り回る観光客をサポートするため、有限 責任中間法人「シーニックバイウェイ支援センター」な るものが組織されていることも併せて紹介があった。

著者はこれを聴いて「はた!」と膝を叩いた。「この様な支援センターが幡多の中村、宿毛でも組織できないものだろうか、もし組織できるようであれば、このセンターに「第3の人生」に進まれた志の高い国土交通省OB、地域の有志、ボランティアグループの方々を再雇用できるのだが」と思ったことであった。

もし、この夢が正夢になれば、閉塞感が漂う公共事業の世界に「官」でもない「民」でもない新たな「公」が出現することになる。新たな公的な会社が組織できれば、「四万十かいどう」や「お遍路みち」の道路敷、国道 56 号沿線の道の駅、四万十川の沈下橋や堤防道路、松田川の渡し場や高水敷のグラウンドなどの公共空間を活用して、観光入込み客あるいはお遍路さん、家族旅行のグループなどを対象に「幡多ならではのサービス」を提供することが可能となる。手つかずの大自然の中で、地域ぐるみで、しかも頭と心が空っぽになるまで「おもてなし」をすることが出来る。その結果として、新たな雇用の場も生れ、地域の活性化にもつながる・・・。

以上、こういったサービス機関の設立が、著者が抱いている「坂の上の雲」である。今は壮大な社会実験に取り組んだばかりだが、何とかしてこの夢を中村、宿毛で実現させてみたいものである。

9. おわりに

大学、個人、団体、企業らは様々な目的意識を持って ボランティア活動に参加している。だから時には意見の 対立、衝突もあるだろう。自らの夢の実現に向けて意見 の対立はあって然るべきである。談論風発、活発に議論 しあい、お互い切磋琢磨するところに道は開けてくる。

ボランティアとは、その字義通り、自ら喜んで参加する活動である。上司に言われてイヤイヤ参加する活動ではない。人生は楽しく過ごすもの、人生はエンジョイするもの、人生は助け合うもの、こういった考え方がボランティア活動の源泉ではなかろうか。

(原稿受付 2006年12月25日) (原稿受理 2007年01月18日)

参考文献

- (1) 瀬戸口忠臣「四万十活性化小委員会が新設される!」 (四万十・流域圏学会誌第5巻第1号、平成17年11月)
- (2) 瀬戸口忠臣「さあ、我ら 0B の出番がやってきた!」 (旧交会会報第 39 号、平成 17 年 11 月)
- (3) 神野直彦「地域再生の経済学」 (中央公論新社刊、平成17年6月)
- (4) 瀬戸口忠臣「産官学民の連携モデル『四万十活性化小委員会』」 (旧交会会報第39号、平成18年11月)
- (5) 宇野高明「流域圏学会に寄せる想い」 (流域圏学会(四万十)学会誌プレビュー号、平成11年5月)
- (6) 瀬戸口忠臣「ボランティア活動の要諦」 (不知火海・球摩川流域圏学会創刊号、平成18年12月)
- (7) 瀬戸口忠臣「四万十活性化小委員会が目指す板の上の雲」

< 論 文 >

地域防災力の向上要因に関する研究 - 高知県西南部豪雨災害被災地の事例からの一考察 -

三 牧 純 子*

Case study on Factors Developing Regional Capacity for Disaster Prevention

Junko MIMAKI*

Abstract

More attention should be paid to the social aspects of disaster prevention at community level. For the past 30 years, the rate of natural disasters has increased all over the world. At the United Nations World Conference on Disaster Reduction (2005), they adopted Hyogo Framework for action (2005-2015), incorporating the importance of developing and strengthening capacities at all levels, particularly at the community level that can contribute to building resilience to natural disasters. Drawing upon a field survey conducted in Japan, this paper demonstrates how the social aspects of community contribute to the development of regional capacity for disaster prevention. The survey was carried out in the southwestern part of Kochi Prefecture in Japan in an area that had been heavily damaged by a torrential downpour in 2001. Comparing two affected communities, the result of the study shows that building social capital contributes to developing capabilities for disaster prevention.

Key words: social capital, flood, evacuation drill, disaster prevention

1. はじめに

近年、気候の変動や都市の過密化等に伴い、自然災害が世界的に増加している(内閣府 2003)。2005 年 10 月に発生したパキスタン北東部の地震やハリケーンカトリーナ等により、多くの人々が甚大な被害を被ったことは記憶に新しい。我が国においても、2004 年には新潟中越地震を始め、観測史上最多の台風上陸等に伴う大雨など様々な災害に見舞われ、300 名を越える死者・行方不明者がもたらされている(防災白書(2006))。自然災害に対する防災力向上に向けた取組みは、古くて新しい課題と言えよう。

防災学においては、災害は「誘因」と「素因」という二つの要因の組み合わせとして捉えられる(林 2003)。「誘因」とは、災害のきっかけとなる自然の力の大きさであり、外力(ハザード)」とも呼ばれる。「素因」とは、当該社会が災害に対してもつ脆弱性である。従来、災害は「災害=外力(ハザード)×脆弱性」という方程式で語られ(Davis 2004)、1990年代前半までの防災プロジェクトでは、技術的側面が注目され、外力に対する地域の物理的脆弱性の克服を目指した対策に重きが置かれていた。

しかしながら、国際防災の10年(1990年~1999年)の間に、自然災害の社会的側面に着目することの重要性が認識され始めた(内閣府2002)。近年では、災害を軽減する要素として当該社会の対応能力、即ち、社会の防災力(キャパシティザ)の有無が注目され、「災害=外力(ハザード)×脆弱性・社会の防災力(キャパシティ)」として表されている(Davis 2004)。1999年の国連総会でも、「持続可能な開発に不可欠な要素として、防災の重要性に対する認識を高めることで、災害からの回復力を十分に備えたコミュニティを作

つくること」を目標の一つに掲げた国連国際防災戦略が採択されている(国連ISDR事務局 2002)。2005 年に神戸で開催された国連防災世界会議においては、世界銀行が、物理的な防災対策と並べて地域社会を適切な形で関与させることが重要であると指摘した(世界銀行 2005)。さらに同会議で採択された兵庫宣言には、地域社会の防災力強化を目指すことが盛り込まれている(国連防災会議 2005)。

日本国内においても従来は、自然が生み出す外力に「対抗できる構造物を造ることが防災という考え方が主流であった」のが、1995年の阪神大震災の経験を通じて「防災は、災害を体験する被災者や地域社会の災害からの復興問題を扱う社会現象としての災害の側面を入れてはじめて完全なものとなる」ことが明らかになり(林 2003)、ソフト面を中心とする地域防災力の重要性が認識されつつある。

このような経緯から 2004 年 3 月に内閣府が発表した防災 基本計画の修正において、第 1 編総則の第 2 章の「防災の基本方針」に新たに「住民」の視点が加えられ、「国、公共機関及び地方公共団体は、互いに連携をとりつつ、これら災害対策の基本的事項についての推進を図るとともに、防災機関間、住民等の間、住民等と行政の間で防災情報が共有できるように必要な措置を講ずるものとする。」と変更されている(下線部が変更部分)。

かかる背景を踏まえ、本論文では、筆者らが実施した高知 県内の事例調査から、地域防災力を左右する社会的要因を抽 出し、今後、地域レベルでの防災を実施する際の留意点につ いて検討、提言を行う。なお、本論文は、筆者らの以前の報 告(三牧・藤倉〔2006〕)をもとに、その後の現地調査から 得られた新たな知見をもとに加筆・再構築したものである。 但し地名については、2004 年当時のものとした。

^{* 〒606-8501} 京都市左京区吉田本町京都大学地球環境学大学院 (Kyoto University, Sakyo Kyoto 606-8501 Japan)

2. 高知県西南部豪雨災害の概要と本調査の方法

2.1 高知県西南部豪雨災害の概要

2001年9月5日夜から、西日本上空に活発な秋雨前線が 停滞し、この前線に向かって、太平洋高気圧の縁を回り流れ 込む暖気流と、台風16号からの水蒸気により、高知県西南 部上空の状態が著しく不安定となり、翌6日未明から、激し い降雨となりⁱⁱⁱ、高知県の西南部では、時間雨量が100ミリ を超えるなど、記録的な雨となった^{iv}。

この豪雨により、高知県西南部の宿毛市、土佐清水市、大 月町を流れる高知県管理の河川は、いずれも警戒水位を超え、 山地部の崩壊による土砂や倒木の流出もあり、破堤や溢水に よる激甚な災害が発生した。

高知県消防防災課が纏めた被害状況報告によれば、被害が発生した地区は、県内の中村市、宿毛市、土佐清水市、窪川町、大月町、三原村であり、特に、宿毛市、土佐清水市、大月町の被害が甚大であった(図-1参照)。



図-1 高知県地図 (矢印付近が西南部地域)

これにより同地域は、山地部の崩壊による土砂や倒木の流出、破堤や溢水により、住家被害 270 棟、床上浸水 352 棟、床下浸水 530 棟、被害額 188 億円という記録的な被害を受けた (写真-1 参照)。

しかしながら、人的被害については8名の負傷者があったものの、死者・行方不明者はなく、マスコミはこれを奇跡的と報じた(高知新聞、朝日新聞 2001)。



写真-1 (出典:国土交通省四国整備局HP)

被災後、同地域にあるX市では河川の改修のほか、様々な防災の取り組みを進めた。

それから3年を経過した2004年10月、超大型台風23号が日本に上陸して各地に甚大な被害をもたらし、犠牲者は全

国で84名を数えた。四国ではX市付近に上陸し、高知県内の時間雨量は500mを超え、高知県でも7名が犠牲となった。この時、X市内A地区では、従来どおり住民は自宅で暴風雨が過ぎ去るのを待っていたが、隣接するB地区では台風が上陸する数日前から住民が自主的に避難を行っていた。

2001 年の災害時には、両地区で避難時の住民の対応に大きな違いはなかったので、それ以降に両地区の間で地域防災力に明確な差異が生じていたと言える。

2.2 本調査の方法

筆者は、両地区間で地域防災力に差をもたらした要因を明らかにするために、関係者へのインタビューを行い (2004年11月:高知県職員、X市及び近隣の自治体職員、両地区の住民と消防団員、学校関係者等)、2001年以降の各地域の取り組みについて調査した。

また、検討作業においては、このインタビュー結果及び国 土交通省四国地方整備局が取り纏めた以下の3つの調査報 告書等を参考とした。

- ・「平成十三年九月六日 高知県西南部豪雨災害体験集 救ったのは人のつながり」(平成14年10月)
- ・「高知県西南部豪雨災害に関する住民アンケート結果 平成14年3月」

(浸水被害等が発生した 14 河川vの川沿いの集落 1,969 世帯を対象。回答率約83%)

・「豪雨災害1年後 防災についてのアンケート調査報告書 平成15年3月」

(被災地域のうち被害甚大な宗呂川、周防形川及び福良川の一部地域に居住する617世帯を対象。回答数379)。

さらに、2006 年 9 月には、筆者は再度 X市での調査を行い、X市職員、B地区長、B地区住民、消防団員、学校関係者等へのインタビューを行い、2004 年 11 月以降の取組みについて調査を行った。

3. 調査結果

3.1調査地域の概況

X市を含む周辺市町村一帯は、高知県内でも「コミュニティのつながりの強い地域」として知られている。2002年と2003年にX市のA、B地区を含む被災地域一帯で実施した調査**においても、住民の9割以上が近隣の住民の家族構成を把握し、かつ、半数以上の住民が30年以上居住していると回答している。

本事例においては、X市A地区と近隣のB地区を対象地区として取り上げる。その理由は、自然環境面、社会面の共通点の多さである^{vii}。いずれも、住民の約3分の1以上が65歳以上であり、高齢者の割合が高い。

また、2001 年 9 月の豪雨災害の被災状況にも共通点が見られる。被災時に A、B 両地区とも氾濫水が両岸の山に阻まれて拡散せず、軒下や床上浸水が多発し、電話回線の不通や幹線道路の寸断によって集落が孤立した。しかし、地区長や消防団が住民に避難を呼びかけたほか、住民同士が声を掛け合うことにより、多くの住民が避難できて、犠牲者は発生しなかった。

なお、被災後、A、B両地区では、被害をもたらした河川 区間で災害対策のための土木工事が実施されている。

3.2 被災後のA地区内での取り組み (2004年11月時点)

地区のリーダーであるA地区長は、被災後に国土交通省等が実施したインタビューにおいて、災害時に避難所へのアクセス道路が冠水し、避難できない住民がいたことから「避難所の見直しの必要性」や「降雨に対する恐怖感」について語っている。しかしながら、地区内では、避難所の見直し等について、特段の取り組みは行われていない。

また、災害直後には住民の間で消防団の活躍ぶりが評価され、改めて消防団の重要性が認識された。しかしながらA地区内の青年の中には、「あそこまで、ようやらん。自分には無理。」、「消防団員は自宅のことよりも、他人(地域)を優先しなければならないから大変だ。だから消防団をやりたくない。」と、消防団員になることを躊躇する者も現われ始めた。

2004 年には、地区の消防団が近隣の2地区の消防団と合併し、総数22名の消防団となっているが、訓練内容等の変更はない。

3.3 被災後の日地区内での取り組み (2004年11月時点)

地区のリーダーであるB地区長は、災害時に消防団と住民 へ避難を呼びかけて回ったほか、復旧作業でもリーダーシップを発揮した。その過程で住民と話し合うなかで、以下の3点について実感した。

- ・ 地区内の「日ごろからの人と人との絆」と「助け合い」の重要性(多くの住民から「避難時に○○さんに助けてもらった」「近所の人の生活場所を知っていたため、助けることができた。」との発言から)。
- ・ 自助の重要性 (まず自分の命を確保できて、はじめて 他者を救うことができること)
- ・ 災害に関する当事者意識 (他地域での災害をこれまで 対岸の火事と捉えていたが、災害は、いつ、どこで発 生してもおかしくないものであることの実感)

そして、地区長は災害後、住民や地区の関係者に対して防 災の重要性を訴え始めた。

また、B地区においても災害以降に住民の消防団に対する評価が高まった。消防団員自身も、住民から一層の期待が寄せられ始めていることを実感した。しかしながら、消防団員は、住民が過剰に期待して消防団に依存するようになることを危惧した。このため、住民に対して「有事に自分自身で判断し、対応する」自助の重要性を訴えた。そして、災害時に消防団員が不在の場合でも、住民が適切に対応できうるように、B地区長とともに消防団と地区内の婦人会および敬老会の三者の連携による防災体制づくりを目指した。

そのような中で、住民の側も変化し始めた。台風慣れし、 従来は、「防災は行政のやること」と考えている住民が多か ったが、災害を契機として豪雨の恐ろしさを実感し、「普段 からの心構えが大切である」との意識が芽生えた。さらに災 害から約1か月後には、住民集会が開催され、災害の原因に ついて話し合われたが、「防災のために、地区内で対応でき ることについては、地区内で取り組む」ことについて合意が なされた。

B地区では2004年11月までに、住民により以下の取り組みが行われた。

①消防団・婦人会・敬老会の連携による緊急時の体制づく り

地区内の既往の組織である「婦人会」及び「敬老会」を活用し、これらと消防団との三者による緊急時の体制づくりを開始した。

②自主防災組織の本格的な立ち上げ

・自主防災組織の規約の見直し

X市は1998年以降、市内全地区での自主防災組織作りを目指しており、B地区にも組織作りを打診していた。災害前の2001年8月には、B地区では市役所の策定したマニュアルに従って、自主防災組織の規約案が策定されていたが、実際の災害経験を踏まえて、役職や人員配置等の大幅な見直しが行われた。

例えば、当初の規約案では、地区内をチームに分け、チーム毎に避難誘導のリーダーを配置していたが、2001 年の災害後、責任の重さを理由としてリーダーになることに躊躇する住民が現れたため、リーダーの配置をやめて、避難の際は4、5軒で声を掛け合うことにした。

・自主防災組織としての活動

B地区では2002年1月に自主防災組織が正式に発足し、表1に示す活動が進められた(表−1 参照)。

高知県とX市には、自主防災組織を立ち上げた地区に対する支援制度があり、B地区においても同制度が活用されている。

表-1 B地区自主防災組織の活動

避難所の見直し・避難所の整備

・2001年の災害時に避難所であった小学校が浸水し、校舎の裏側の山では土砂災害があったため、避難場所を全面的に見直した。また、県と市の自主防災組織への支援制度を活用して、避難所の防災備品(発電機、テント他)を整備した。

<u>避難に関する施設等の整備</u>(避難所の整備同様、高知県とX市の支援により実施)。

- ・避難所までの経路を示した避難路マップの作成・配布
- ・避難の目安となる意思表示板viiiの設置
- ・避難矢印誘導板の設置
- ・手すりの設置など避難路の整備

避難訓練の実施

・2004年の「防災の日」に、隣接のC地区と合同で避難訓練を実施。

③防災の日(9月6日)の創設及び独居高齢者宅の家庭訪問制度

2001年の災害経験を風化させないために、災害のあった9月6日を地区の「防災の日」に定めた。この日に行われる避難訓練には、近隣地区住民や小学校の教職員や児童も参加し、「孫(子)が行くなら」と家族ぐるみで参加した世帯もある。

また、災害を契機として独居の高齢者の避難という課題が認識されたため、「防災の日」には地区の消防団、市役所職員、駐在署員とB地区長の4者が、独居高齢者宅を個別に家庭訪問をする制度を設けた。家庭訪問では、緊急時の対応を想定して、就寝場所や緊急時の連絡先について確認するとともに、高齢者が安心して生活できるよう日常の困りごとにつ

いても相談を受けているi^x。家庭訪問の後には、これら関係者間のコミュニケーションを図るための宴会が催されている。

3.4 被災後のB地区の関係者による取組み (2004 年 11 月 時点)

①小学校

2001 年の災害では、小学校が浸水被害を受けた。翌日には、学校や児童の被害状況の調査が開始され、翌々日以降から復旧作業が開始されるとともに、災害に関する活動報告が取りまとめられた。教職員は調査を通じて、災害時の消防団や地区長の活躍を知るとともに、地区の住民が僅かな差で命が助かったことを知った。そして、被災者の復旧作業が並大抵ではないことや、災害ボランティアの地域への貢献ぶりを実感した。

従前からB地区長とPTAを通じて親交のあった校長は、B地区長等から独居の高齢者の避難状況や復旧作業状況等を聞くなかで、「これまで、学校は地域に根ざしていたのであろうか」との問題意識をもつとともに、「学校と地域とのつながりを形成することの必要性」を実感した。そして、地区内の復旧作業を住民が少しでも早く進められるよう、当初予定より学校の再開を早めるとともに、災害後1か月後には、児童に「消防団の機敏な動き、地域の人々のつながりや助け合いが、地域の誇りであること」を気づかせることを狙いとした総合学習方針を打ち出した。

高知県では、数十年以内のうちに南海地震が発生する可能性が指摘されているが、将来災害が発生した際に児童が地域の担い手となりうるよう、同校では災害を契機として、X市との連携のもとに校内外での災害を想定した防災教育を開始した。この一環として、地区で行われる防災訓練に教職員と児童が参加している。

2004年時点でも、当時と同一人物が校長を務めているが、 同年夏に新潟県と福井県で水害が発生した際には、両県の小 学校児童に対して、児童が自身の経験に基づくアドバイスを 盛り込んだお見舞いの手紙を送付している。

② X市役所

X市では、自主防災組織を立ち上げる地区に対しては、防災用品などの支援を行っており、自主防災組織を立ち上げた B地区に対して、様々な支援を行っている。また、B地区の 「防災の日」に行われる独居高齢者宅の家庭訪問には、市職 員がB地区長、消防団員及び駐在署員と共に参画している。 さらに、市内の小学校と防災教育における連携を進めており、 B地区の小学校とも連携を開始している。

3.5 2004 年の超大型台風 23 号時のA・B地区住民の対応

2004年の台風23号に対して、A地区では、従来のように数名の住民が河川の状況を見に行ったが、住民は自宅で待機し、自主的な避難行動は行われなかった。一方、B地区では、独居の高齢者を中心とする複数の住民が、台風上陸の数日前から自主的に高台の避難所に避難していた。

一般に、水害時には他の自然災害に比して避難行動が生じ にくいと考えられ*(田崎 1988)、台風の常襲地域にある両 地区でも、これまで住民は台風の際、自宅で暴風雨が過ぎるまで待機していて、避難をすることには難色を示すことが多かったxi。そのような状況にあったB地区で 2004 年の台風の際に、住民が事前に災害発生のリスクを把握し、自主的に避難したということは注目すべきであり、B地区の地域防災力が向上したと考えられる。

4. 結果と考察

4.1 B地区の地域防災力が向上した要因とは

B地区では、地区長は伝統的に選挙によって選出されている。しかしながら、近年では立候補者が現れないため、1995年より同一人物が地区長を務めている。地区長の主な業務は、「行政(X市)と住民との橋渡し役として、様々な施策についての協議・調整」、「住民の相談事への対応」、「地区内の行事の運営」、「町内会費集金」及び「公共料金の領収書やX市の広報誌の各戸配布」である。

B地区長は、地区長職のほか民生委員や保護司も兼任していたこともあり、地区住民の「よりよい暮らし」を目ざしていた。各住民の健康状態や生活上の問題点を把握するため、各戸へ文書の配布業務を行う際には、必ず、各戸の住民へ直接手渡し、その際に近況について話すよう留意していた。また、「地区長新聞」(月刊)を発行し、B地区内の出来事や市の新しい施策等について紹介するなど、コミュニケーションに努めていた。

B地区長と住民、消防団、駐在所、X市役所および小学校との間には、2001年の災害以前から良好な信頼関係が形成されていた。災害の発生以前から、「地区住民のよりよい暮らし」を目指していたB地区長は、2001年の災害を契機に「防災の重要性」を実感し、災害以降、住民等に対して従来からのコミュニケーション手段である対話や地区長新聞等を通じて、防災の重要性を訴え始めた。

一方、B地区内の消防団は、定期的な訓練に加えて、毎月、 団内での飲み会を催し、年に一度の旅行も実施していた。B 地区では娯楽が少ないため、娯楽としての要素はあったもの の、飲み会等を通じて、各集落についての情報(地形的な弱 点、高齢者や体が不自由な住民の状況、各家庭の性格等)の 共有を図り、「災害時にどこの家庭から救援に向かえばよい のか」について話し合っていた。さらに、このような場を通 じて、先輩団員から後輩団員へ地域を守る使命感が受け継が れていた。

消防団のリーダーは、飲み会等を通じて、各団員の性格や 団の組織全体の動向を把握することに努め、このような交流 の機会を団員同士の相互理解の場とすることで団内の結束 力強化に努めてきた。

また、約20年前に地区内の青年団が解散したために、消防団が地域の行事の担い手となっており、祭りや敬老会等の行事で設営などを行うことで住民との信頼関係も構築していた。

このように、地域を守る使命感を有し、かつ、住民について理解していた消防団は、災害を契機として消防団に対する住民の評価が高まるにつれ、住民に対し自助の重要性を訴える必要性を実感した。そして、B地区長の「防災の重要性」への呼びかけに応じ、B地区長とともに住民間のコミュニケーションの充実と住民の防災意識の向上を目指して、既往の

地区内の組織(婦人会、敬老会)を活用しての新たな防災体制づくりを行った。

このような背景が住民の意識変化を促し、B地区での自主的な取り組みに結びついた。

さらに、B地区長の防災への想いを知った小学校、駐在所 および X 市役所等の関係者も、これを契機として、防災の重 要性についての認識を新たにし、新たな取り組みを行った。

B地区長の災害以前からの「地域への想い」が、災害を契機として、「防災の重要性の認識」となり、B地区長と地区内外の関係者との既往のネットワークを通じて、関係者の「災害を契機とした防災への想い」に働きかけたのである。さらに、X市の自主防災組織設立支援制度がB地区に組織づくりのインセンティブとして働いた。そして、これらが以下の新たな組織・制度の創設につながり、更なるネットワークの拡大へとつながることで、地域防災力が向上したとみることができよう。

4.2 ソーシャルキャピタルの視点からの考察

B地区の地域防災力向上の要因を分析する際に有用であると考えられるのが、ソーシャルキャピタル〔以下「SC」と略記〕の視点である。SCについては、多くの研究がなされているが、定まった定義はない^{xii}。本論では、「地域社会や地域社会を取り巻く関係者が有する社会組織・制度、規範、ネットワーク、価値観、意識、信条といったもので、有益な協調行動を促進するもの」と定義する。

SCについては、Narayanがその機能に着目し、組織・コミュニティ内での協調行動を促す「内部結束型」と、組織・コミュニティと関係機関との水平及び垂直のネットワークを形成する「橋渡し型」とに区別している(Narayan 1999)。また、Uphoff らはSCを、社会組織制度、規範、ネットワークに関連した「制度的」SCと、価値感、基準、態度及び信条といった個人の心理的な変化やプロセスや態度に影響を与える「認知的」SCに分類している(Uphoff 1999)。ここでは、これら内部結束型、橋渡し型、制度的及び認知的SCに着目する。

A地区では、災害後に消防団の合併が行われてネットワークが拡大されたが、消防団内における内部結束型SCの形成に留まっている。災害直後にA地区で認識された「住民同士のつながり」や「消防団に対する評価」といった認知的SCは、その後の防災への対応に活かされなかった。むしろ、A地区では、消防団員の活躍を目の当たりにしたことにより、「自分にはそこまでできない」(認知的SC)と消防団になることを躊躇する青年が現れ、Olsonが指摘するSCによってもたらされる負の側面が発現していた(Olson 1982)。

一方、B地区では、災害以前からB地区長が有していた「地区住民のよりよい暮らし」への想い(認知的SC)が、災害を契機として防災の重要性の認識(認知的SC)となった。そして、これが消防団が災害以前から有していた地域を守る使命感(認知的SC)や消防団と地域住民とのつながり(内部結束型SC)に働きかけ、既往の組織を活用した新たな避難体制(制度的SC)の形成や住民の防災意識の向上(認知的SC)に結びついた。

さらに、B地区長は、災害以前から地区内外の関係者と信頼関係(内部結束型SC、橋渡し型SC)にあり、住民とは

地区長新聞や会報配布時の対話等のコミュニケーション手段(制度的SC)を有していたことから、防災の重要性(認知的SC)を訴えることができた。災害の記憶がまだ新しい被災1か月後にはB地区長の呼びかけにより、住民集会が開催され、住民に防災への当事者意識(認知的SC)を認識させている。

B地区長の防災の重要性に対する認識(認知的SC)が、 災害を契機として関係者それぞれが有する防災への想い(認知的SC)に働きかけたことで、X市の自主防災組織設立支援制度(制度的SC)がインセンティブとなって新たな制度 (制度的SC)の創設につながり、それにより、さらに内部の連携拡大(内部結束型SC)、外部との新たな連携(橋渡し型SC)及び意識の向上(認知的SC)へと発展したのである(図-2 参照)。

したがって、B地区で地域の防災力が向上したのは、以下の三要素に負うところが大きいと考えられる*iii。

- ① 防災に対して意欲のあるリーダーの存在
- ② 地域防災力構築の基盤となりうるSC(「常日頃からのつながり」や「地域への想い」)
- ③ 既存のSCの拡充や新たなSCの形成を促す組織 や制度

4.3 地域防災力向上に向けた取組み上の留意点

本研究では国内の一事例のみを対象としているため、ここで得られた知見を直ちに一般化することはできない。SCに根ざした防災への取組みがそうでないものと比較して、前者がより高い効果を上げているのかという点についてまでは、本研究では明らかにはできなかった。しかしながら、SCが地域防災力向上に貢献するであろうことは明らかといえるのではなかろうか。

上に述べた3つの要因を踏まえれば、地域防災力を向上させてゆく上で、以下について留意をするべきと思料する。

- ① コミュニティのリーダーの防災意識の向上
 - ・リーダーに対する講習を通じて、リーダーが防災の重要性について認識するような働きかけを行う。
- ② 防災への取組みに関係するSCの把握
 - ・リーダーの選定プロセス、リーダーの資質
 - ・コミュニティ内の意志決定プロセス、リー ダー とリーダーを取り巻く関係者及び関係者間のコ ミュニケーションの状況
 - 「つながり」「信頼感」「ネットワーク(フォーマル、インフォーマル)」の状況
 - ・住民やリーダーの防災に対する意識
 - ・ 防災のための行動を促進する (または制約する) 要因

③ SCの拡充と形成への支援

以下について把握した上でのSC拡充・形成につな がる取り組み (「対話の場」づくり等) の実施

- ・コミュニティと行政機関等との関係、対話の場の 有無
- ・学校、NPO等、行政機関以外でコミュニティと「つながり」を有する組織の有無。コミュニケーションの状況
- ・行政機関の防災に対する意識

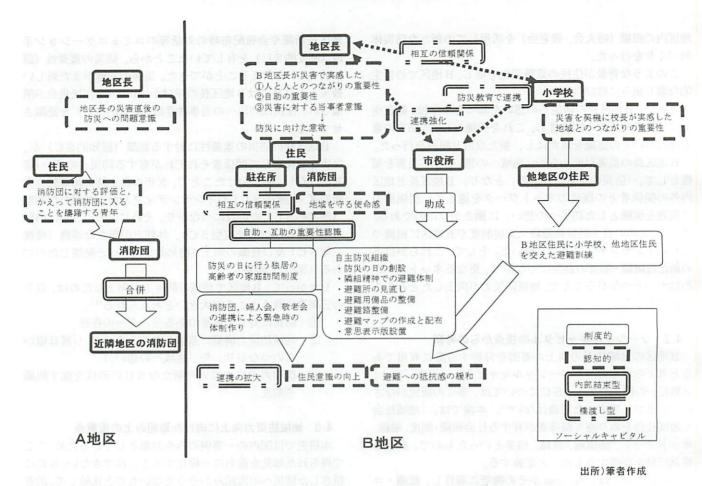


図-2 2001年の災害以降2004年11月までにA, B両地区で構築されたソーシャルキャピタル

5. 終わりに

5.1 2006 年時点の状況

2006 年 9 月に筆者は再度X市を訪問し、市職員、B地区 長、消防団 (B地区在住)、B地区住民及び学校関係者に対 して、2004 年 11 月以降の取り組み等についてインタビュー を行った。

①A地区の状況

A地区については、2002年の災害以降、地区長が2代交替している。X市では市内に沿岸地域の地区を中心に自主防災組織の早期立ち上げを推進していることから、A地区においても2005年度に自主防災組織が設立された。

第1回目の避難訓練は、2005年度中にA地区と隣接する地区と合同で実施予定であったが、予定していた時期の直前に地区内での不幸が続いたという事情があり、実施を見合わせた。

それ以降、訓練の実施についてX市とA地区の間の中で浮上はしたが、結果として組織結成後一度も訓練は実施されていない (2006 年 9 月時点での調査)。このため、X市は 2006 年度内の実施について、A地区と改めて検討したい意向である。

②B地区及び小学校の状況

·[B地区]

B地区については、災害当時(2001年)と同一人物が引き続き地区長を務める。B地区では、2004年以降も地区の「防災の日」に避難訓練が行われており、訓練の内容も毎年

「課題」を設定して実施している(表-2 参照)。また、独居高齢者宅への家庭訪問も継続されている。但し、2004 年度は隣接するC地区及び小学校との連携のもと、起震車を導入しての避難訓練が実施されていたが、翌年以降の避難訓練についての取組みは地区単独での取組みとなっている。

2006 年度の避難訓練については、実施日である「防災の日」(9月6日) は平日であったが、高齢者、保育園児を中心として地区人口の約3割にあたる100名以上が参加をした。訓練終了後の高齢者宅への家庭訪問は複数のグループにより実施されたが、駐在所員(1名)のみでは対応できないため、X市内の本署から家庭訪問のために応援要員3名も参加した。

他方、日頃からの取組みとして、大雨等で水害の危険性が 予想される場合には、地区内の消防団と連携のもと、高知県 土木事務所が設置する警報に注意するとともに、地区内の避 難所兼集会所である「老人憩いの家」の有線放送や電話を使 って、B地区役員の招集や地区住民等への注意を呼びかけて いる。

また、2005年に台風 14 号により近隣の西土佐村が被災した際には「2001年の災害ボランティアの親切に対して恩返しをしたい」(B地区住民談)との想いで、B地区長をはじめとして有志が同村へボランティアとして活動した。

さらに、2005年に小学校の5,6年生が総合学習の一環として2001年の被災経験について調査した際には、B地区長から児童へ2001年の被災経験(具体的な被害。人と人との絆が住民の命を救ったこと等)や地区内の過去(江戸時代以降)の被災事例について説明をした。

表-2	2005	年以降の	B地区関係者	の防災への取組み
-----	------	------	--------	----------

4X - Z	B地区	小学校
リーダ ーの状 況	地区長は災害時(2002年)と 同一人物が務める	校 長 は 災 害 時 (2002 年) と同 一人物が務める
2005年	・防災の日 (9月6日) に避難 訓練を実施。 訓練の一環としてインドネシア・スマトラ沖地震・津波 のビデオを鑑賞。 避難訓練後、消防団、駐在 所、市役所職員、B地区の役 員により、独居高齢者宅を個 別に家庭訪問実施	・避難訓練を小学校単独で実施 (授業中に教員が校舎から避難場所へ引率) ・台風14号により被災した西土
	・台風 14 号により被災した西 土佐村で地区内の有志 (B 地 区長等) がボランティア活動 実施。 ・小学校の総合学習で B 地区	佐村の小学校へお見舞い実施。 ・5年生と6年生の児童が総合学習で2001年の洪水について学習。
izet	長が児童に、2001年の被災経験や地区の過去の災害の被害等について説明。	水に少く子目。
2006年	・防災の日 (9月6日) に避難 訓練を実施。100名以上の住民 参加。 模擬「炊き出し」として非 常食 (おにぎり) を訓練参加 者に配布。	・避難訓練の内容 未定 (第 2 学期中の 実施を検討)
	避難訓練後、消防団、駐在 所、市役所職員、B地区の役 員により、独居高齢者宅を個 別に家庭訪問実施 ・また、同日に児童向けのう なぎつかみ大会を実施。会場	App or off and appropriate the second of the
hoses.	の垂れ幕に2001年の災害経験 を想起させるメッセージを盛 り込んだ。	DOS TO STATE OF THE STATE OF TH

· [小学校]

小学校では、2005 年度は学校単独での避難訓練を実施した。同年度以降に地区との合同での訓練の実施はしていないが、その理由として校長は、「児童はB・C(隣接地区)両地区出身であるため、B・C両地区の合同開催でない場合に、行事に参加させづらい」「起震車を導入しての避難訓練等、児童にとってゲーム性のある行事であれば児童は興味を持てる。避難訓練の場合、地区の特性上、高齢者による避難が中心とならざるを得ないが、単なる避難訓練では飽きてしまう」ことを挙げている。

なお、他地域の小学校への支援に関して、2005年に西土佐村で河川の氾濫があった際には、2001年の被災時の雑巾等のストックが校内にあったため、児童から同村の小学校の児童へお見舞いのお手紙とともに送付した。ただし2006年に他地域で水害があった際には特段の対応はしていない

また、2005年には 5,6年生の総合学習の一環として、2001年の災害についての学習を行った。学習の過程で児童は、「災

害が発生した原因」、「具体的な被害状況」について関係者へのヒアリング調査を行った。 その中で、防災のために森林管理が重要であることに気づくとともに、「人と人とのつながりの重要性」についても知った(6年生児童談)。

他方、災害から既に5か年を経過し、当時一年生であった 児童は6年生となり、災害を経験した児童が減少しており、 被災経験を有す教員は校長のみとなっている。加えて、同校 では近年、外部の不審者対策に力を入れている事を理由とし ていることもあり「防災の重要性を忘れてはならないが、災 害に対する学校関係者の意識が当時よりも弱まりつつある。 防災に対する意識付けが難しい」とし、「『防災』を切り口と して児童に話す機会が減っている」と話す。

③B地区と小学校との連携

2004 年には、B地区等と小学校との合同の避難訓練は実施されたが、2005 年以降は合同での実施はされていない。

しかしながら、B地区と小学校では他の活動での連携が行われている。B地区等は、1999 年から小学校と「ふれあい委員会」を設立し、定期的に地区と小学校との間で会合が持たれ、話し合いや地域の文化を継承するための取組みがなされてきた。同委員会は2001年の災害直後には一旦は中断していたものの、災害以降「児童を大事にしてゆきたい」という思い(B地区長談)から、以前よりも活発に地区の主催による児童のための行事が行われるようになった。

2004年には、B地区長により、児童へ地区に伝わるお手 玉遊びの歌の指導がなされたほか、2005年には漁船への乗 船体験xiv、「宗田節」づくり、いしぐろ漁等のイベントがな された。

さらに、2006年には「防災の日」には避難訓練後に河川での「うなぎ掴み大会」が開催され、他地域の児童や教育長等も参加した。「うなぎ掴み大会」の会場には、「あの日から5周年平成13年9月6日親子うなぎつかみ大会」という手作りの垂れ幕が掲げられた(写真-2参照)。

このイベントを盛り上げるために、B地区内の10枚ほどの「大漁旗」が地区住民の協力を得て掲げられた。さらに参加した住民の多くが「昔の遊びを子供に伝えたい」と話しており、住民の得意分野を活かした活動が行われている。

なお、B地区長によれば2001年の災害以降このような行事等を実施する際に地区内の婦人会など、様々な住民の支援が得られやすくなっているという。

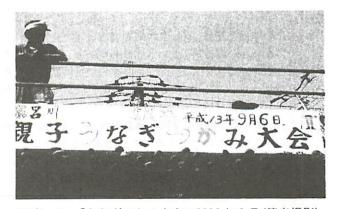


写真-2 「うなぎつかみ大会」2006年9月(筆者撮影)

また、インタビューをしたB地区住民からは、このような 行事を契機として、児童が地区の住民に挨拶するようになっ たとの声がきかれた。

一方、小学6年生に対するインタビューでは「この地区の人たちは子供が危ない遊びをしていると注意してくれるのがよいと思う。」、「運動会などで大漁旗を貸してくれたり、下校時に道で挨拶をしてくれるのがこの地区のよいところだと思う。」と話していた。

これらの取組みが、B地区住民および関係者の防災意識や地域内でのSC等に具体的にどのような変化を及ぼしているのかについて引き続き検討が必要である。

5.2 終わりに

Albee (1997) らは、「参加を促進する唯一の解答やモデルはない。」とし、「唯一存在するのは、フレームワークや手本となる行動指針である。」と指摘するように、SCに明確な定義はなく、その形態も機能も様々な状況に応じて多様に変化する

このため、普遍的なSC形成手法というものは存在しえないのであり、地区の防災に対する意識(認知的SC)や状況の変化に応じて柔軟に対応する姿勢が必要となろう。

また、B地区では、地域での防災への取組みを契機として、「地域全体が元気であって欲しい」という単に「防災に強い街づくり」にとどまらない地域興しへの思いが強まっている。Narayan (1997) らは、SCの形成によって、問題解決のための協調行動を取る可能性が増すことを指摘しているが、それは今回の事例によって実証されたといえる。このことは、SCに根ざした防災への取組みが、単なる「防災のための防災」ではなく、コミュニティの住民を主体とした、よりよい地域づくりへと発展しうることを示唆しているといえるのではなかろうか。

2005年7月に内閣府が修正した防災基本計画においては、 第1編第3章の「防災をめぐる社会構造の変化と対応」等に 新たに「障害者、高齢者等の災害時要援護者や女性の参画」 について加えられており、より一層地域レベルでの取り組み の重要性が認識されつつある。

今後、ますます高齢化が進む日本国内においては、地域レベルでの取り組みの必要性が一層求められており、より効果的なものとするためにもSCに着目した防災への取組みの経験の蓄積が重要である。

謝辞

本論の作成にあたり、高知県西南部豪雨災害で被災された住民の方々、高知県職員の方々、市職員の方々、小学校長の方々にご協力を御願いしました。ご多忙の中長時間にわたるヒアリングへの対応と貴重な資料の提供を快諾くださったことに対し、心より感謝申しあげます。

また、法政大学人間環境学部の藤倉教授からは本論文に対して有益なご指導をいただきました。感謝の意を表します。

(原稿受付 2006年10月31日) (原稿受理 2007年01月26日)

引用文献・資料

- a) 朝日新聞、2001、2001年10月6日
- b) 高知新聞、2001、2001年9月9日

- c) 高知新聞、「こども高知新聞」、2001、2001年9月16日
- d) 国際協力事業団国際協力総合研修所、2003、『防災と開発~社 会の防災力向上を目指して~』
- e) 国土交通省四国地方整備局、高知県、2002、『平成十三年九月 六日 高知県西南部豪雨災害体験集 救ったのは人のつなが り 『
- f) 国土交通省四国地方整備局、高知県、2003、『豪雨災害一年後 防災についてのアンケート調査報告書』
- g) 国土交通省四国地方整備局、2002、『平成13年9月6日高知県 西南部豪雨災害に関する住民アンケート結果』
- h) 国連 ISDR 事務局、2002、『世界防災白書 Living with risk』 日本語版抄訳
- i) 国連防災会議、2005、プログラム成果文書 A/CONF. 206/L. 2/Rev. 1 (兵庫行動枠組 2005-2015)
- j) 国連防災会議、2005、兵庫宣言 A/CONF. 206/L. 3/Rev. 1
- k) 世界銀行、2005、News Release No. 2005/282/EAP
- 田崎篤郎、1988、「火山噴火・水害時における避難行動」安倍 北夫他編、『自然災害の行動科学』(応用心理学講座3)、福村出 版、75-83 頁
- m) 内閣府、2002、『平成14年度版防災白書』
- n) 内閣府、2003、『平成 15 年度版防災白書』
- o) 林春男、2003、「災害をうまくのりきるために クライシスマネジメント入門」、京都大学防災研究所編、『「防災学講座4 防 災計画論」山海堂、131-175頁
- p) 三牧純子、藤倉良、2006、「国際協力における防災プロジェクト改善に関する研究 地域防災力の向上要因に関する事例から」、『国際開発研究』Vol. 15, No. 1, 39-58 頁
- q) Albee, Alana and Boyd, Graham. 1997. Doing it Differently: Networks of Community Development Agents. Edinburgh. Scotland: Scottish Community Education Council
- r) Davis, Ian, 2004, "Progress in Analysis of Social Vulnerability and Capacity" In: Bankoff, Greg, Freks, Georg and Hilhost, Dorothea. Mapping Vulnerability. London: Earthscan, pp. 128-142
- s) Narayan, Deepa. 1999. Bonds and Bridges: Social Capital and Poverty. Washington, D.C.: World Bank
- t) Narayan, Deepa and Pritchett, Lant. 1997. Cents and Sociability, Household Income and Social Capital in Rural Tanzania. Washington, D.C.: World Bank
- u) Narayan-Parker, Deepa and Narayan, Deepa. 1997. Voices of the Poor: Poverty and Social Capital in Tanzania. Washington, D.C.: World Bank
- v) Olson, Mancur. 1982. The Rise and Decline of Nations. New Haven: Yale University Press
- w) Putnam, Robert D. 1995. "Bowling Alone: America's Declining Social Capital". *Journal of Democracy*. Vol. 6. No. 1. January 1995. pp. 65-78
- Y. Dutnam, Robert D., Leonardi, Robert and Nanetti, Raffaella
 Y. 1993. Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern
 Italy. Princeton: Princeton University Press
- y) Uphoff, Norman T. 1999. "Understanding Social Capital: Learning from the Analysis and Experiences of Participation". In: Dasguputa and Seregeldin (Ed). Social Capital: A Multifaceted Perspective. Washington DC: World Bank
- z) Wisner, Ben, Blaikie, Piers, Cannnon, Terry and Davis Ian. 2004. At Risk. New York: Routledge
- aa) World Bank. 2000. What is Social Capital?. Washington, D.C.: World Bank
- A) 参考資料 (インターネット情報) 国土交通省四国地方整備局 http://www.skr.mlit.go.jp/
-) 外力とは、「人命の損失、負傷、財産への損害、社会的・経済 的崩壊、もしくは、環境破壊を引き起こす可能性のある、潜 在的に有害な自然事象・現象、人間活動」である(国連防災 会議 2005)。具体的には、「旱魃、地震、寒波・熱波、洪水、 森林火災、火山活動、暴風雨に疫病を加えたもの」を指す(国 際協力事業団 2003)。

- ii) 社会の防災力とは「災害のもたらす危険な影響へ抵抗し、また、 容易に回復するための集団または家庭のもつ能力」を言う (Wisner et al 2004)。
- ごの暖気流が、高知県西南部の非常に狭い範囲に収束しながら 流入し、「湿舌」と呼ばれる現象が生じた。

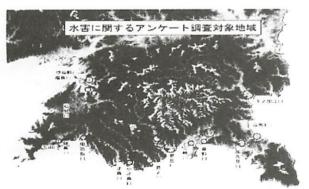


(2001年9月6日時点の天気/国土交通省四国地方整備局 HP)



(平成13年9月5日~7日にかけての総雨量よる等雨量線図)

iv) 降水量は、大月町(高知県引見観測所)で総雨量577ミリ、24時間降雨量520ミリ、時間最大雨量110ミリ、三原村(高知県三原観測所)で、総雨量49ミリ、24時間雨量430ミリ、時間最大雨量85ミリを計測するなど、記録的な大雨であった。



- v) 図:「高知県西南部豪雨災害に関する住民アンケート結果 平成 14 年 3 月」のアンケート対象流域(出典:国土交通省四国整備局 HP)
- vi) 「高知県西南部豪雨災害に関するアンケート結果 平成14年3月」(浸水被害等が発生した14河川の川沿いの集落1969世帯を対象。回答率約83%)及び「豪雨災害1年後 防災についてのアンケート調査報告書 平成15年3月」(特に被害が甚大な3河川流域の617世帯を対象。回答数379)。いずれも国土交通省四国整備局が実施。
- *ii) 両地区は、ともに海岸沿いに位置し、山裾が海まで迫り、人家や田畑は山に挟まれた川沿いの狭小な平地部に集中してい

- る。海側では主に漁業が営まれ、山側では農業が行われてる。
- viii) 「意思表示板」には、矢印とともに「降雨時にこのラインまで 水位が来れば、避難をしてください。」と書かれてあり、避難 するか否かを判断する目安になっている。
- ix) 独居高齢者宅への家庭の訪問制度について地区長は、「従前より、住民が抱える問題の把握に努めてきたが、ある時に、住民がもっと相談しやすい制度作りはできないものか、と考えこのような制度づくりを行うこととした。地区長という立場で個人的にヒアリングを行うよりも、行政等の関係者とともに行うことで、住民側も安心して話せる状況になったのではと考える。」と話している。
- *) 田崎は、1986年の伊豆大島三原山の噴火災害と1982年の長崎水害及び1986年の台風10号とを比較して、水害時には避難行動が起こりにくいことを示した。避難行動の生起には、①災害による脅威の大きさと、②その脅威が自分に迫ってくる可能性の予想が関係していることを示し、「災害時には、実態を楽観視しようとする『正常化の偏見』が働き、現実の脅威を知覚しないことも少なくない」ことや「そもそも避難行動には、必要なコスト=障害要件を伴い、避難することが難しい」ものであるので、「水害時には、避難の必要性を感じた人でも、大雨の降っている戸外に出て行くことは勇気を要することである」と指摘している(田崎1988)。
- xi) 2001年9月の災害直後に国土交通省がA、B両地区を含む14 流域全体を対象として実施した調査においても、避難しなか った理由として「一人なので逃げることができなかった」こ とを挙げていた住民が複数名いた[2002国土交通省]
- xii) Putnam (1993、1995) はソーシャルキャピタルを、「協調的 行動を促進することにより社会の効率を改善しうる信頼、規範、ネットワークのような社会的組織の特徴」と定義づけている。世界銀行は、「社会的相互作用の質や量を方向付ける(形成する)ような組織、関係性そして、基準」と定義している(World bank 2000)。Narayan(1997)は、「コミュニティの成員によって個人及びコミュニティの目的達成が可能としうるような、社会関係、社会構造、社会制度上の協定に埋め込まれている規則、規範、義務、互恵主義及び信頼」と述べている。
- xiii) ただし、B地区では現地区長の有力な後継者がいないため、 彼の引退後にこうしたソーシャルキャピタルをどこまで維 持できるかという課題がある。
- xiv) 当初はB地区の元漁師の指導による「めじか釣り」を予定していたが天候により急遽プログラムを変更し、漁船の乗船体験として付近を周遊した。

〈論 文〉

アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策

― (その2) 乾期・雨期の分極と人口が集中する沖積平野―

辻 和 毅*

Comparative study on groundwater use and preservation policy of flood alluvial plains in Monsoon Asia

— (Part 2) Alluvial plains undergoing bias rainfall in dry /wet seasons and dense population—

Kazuki TSUJI*

*Fuji Grouting Engineering Co.Ltd., 2-8-17, Tohko, Hakataku, Fukuoka, 812-0008, Japan

Abstract

This paper constitutes the second comparative study of groundwater use and its preservation policy of the flood alluvial plains in monsoon Asia. The Part 2 deals with the Chao Phraya plain, followed by the basic framework study on the Kanto plain in central Japan described in the Part 1. The integrated output of the paper aims to elaborate a sustainable strategy of groundwater resources in associated with water supply/demand issues of the above-mentioned plain in the near future.

Key words: flood alluvial plains, monsoon Asia, groundwater use, groundwater hazard, preservation policy

1. はじめに

本論は同じ主題のもとにまとめた日本の関東平野(その1)の構成と論点を踏まえ、アジアモンスーン地域に位置する代表的な氾濫原沖積平野であるチャオプラヤ平野をとりあげた。そこでは人口が集中して、生産活動が盛んに行なわれ、地下水が貴重な水資源として長年利用されてきた。しかし、過剰な利用は地下水障害を発生させ、その緩和のため保全対策が計られている。(その2)ではこの地域の地下水利用と障害および地下水保全策について概観し、関東平野の状況と比較しながら、(その1)と総合して今後地下水資源を有効に活用する施策を立案する道筋(シナリオ)を考えた。

2. チャオプラヤ平野ーバンコック

2.1 地域の概要

チャオプラヤ平野はタイ国内を北から南に貫流する大河チャオプラヤ川の下流域に広がる平野である。同川は16.3 万km²の流域面積をもち、国土の31%を占めている。同平野の広がりは約2万km²の広さで、関東平野の4倍近い。人口はバンコック首都圏と隣接6県を含めて約1100万人で、国の人口の17%を占める。バンコックの年間降水量は1545mmで、11月~4月の乾期と、5月~10月の雨期に分かれる。降水量の88%が雨期に集中する。降水量はタイ湾の沿岸部では年間2000mmを越すが、北に向かう

につれて漸減し Chao Phraya River Basin の北の端、Chai Nat では 950mm/年である。

2.2 水理地質構造

チャオプラヤ平野の基盤岩はバンコック付近で、深度 660m 以上、25 km下流の河口付近で深さ 800m ほどに伏在する。基盤岩は周辺の山地に露頭する第三紀以前の変成岩や火山岩からなり、その上位に帯水層を含む堆積物が重なっている。 平野北端の Chai Nat では基盤岩は深さ 50m で確認されている。基盤岩の表面 (不整合面) は北から南に緩く傾斜し、その勾配はほぼ 300 分の 1 (3.3/1000) で、現地形面の約 1/13,000 に比べ 30 倍ほどで比較的傾斜がある。関東平野の基盤岩の勾配に比べると 10 分の 1 である。

上位に重なる地層はチャオプラヤ川と下流周辺の河川から押し出された扇状地堆積物とデルタ性の堆積物で構成され、全体の厚さは最大800m以上になる''。層相は砂や砂礫層と粘土、シルト層の互層からなり、大半が海成層であるが、周辺地域で陸成の堆積物を挟む。地層は北から南に緩く傾斜し、南にゆくほど厚くなる。地質時代は第三紀の漸新世(3500万~2300万年前)から完新世におよぶ。このうち地下水の取水対象となる帯水層は、鮮新世から完新世の地層で挟在する難透水性の粘性土によって8層に分けられている。そのなかで、上部からII、III、IVの深さ300mまでの3層が有力な帯水層である。

2.3 地下水利用

^{*} 不二グラウト工業株式会社 調査部 〒812-0008 福岡市博多区東光 2-8-1

チャオプラヤ平野で使用される水資源はかなり細かく管理されている。平野最北端の Nakhon Sawan に頭首工があり、そこから左右両岸に設置された幹線の灌漑水路によって分水される。この頭首工の上流域には三つのダムがあり、河川流量が管理されて放流される。したがってこの頭首工地点で、1月1日時点年間60億 m³(1650万 m³/日)の河川流量が確保されるか否かで、平水年、豊水年、渇水年のいずれかに区分され、その年の水資源配分の基本的な方針が決定されている²¹。

その際、水資源の使用の優先順位は、「①生活用水、②水運、③河川の塩水遡上を防止する、④灌漑用水」とする原則がある。水資源の配分は、平水年で生活用水 14%、塩水浸入防止 10%、水道供給公社 16%、水運 8%、乾期の灌漑用水 52%である。地下水が水資源全体に対して占める割合は、1989 年から 1998 年の間で 2~8%の間にある。その割合は渇水年には高く、豊水年で低い。地下水は平野全域で利用されているが、南部と北部で利用の状況が違うので分けて考える(Table 1)³),4)。

まず、バンコック首都圏を含む南部 7 県での地下水使用量は、1994年の渇水年から 2000年までは 240~250万 m^3 /日の前後で推移していた。その後 1997年をピークに、2001年以降急激に使用量は減少し 2003年では 175万 m^3 /日であった。この傾向は地域内の 7 県で減少の様子は異なるものの共通している。

これは、2000年に実施された地下水料金の値上げが響いているものと推定される⁵¹。1997~1998年に起こった経済危機の影響が残ったとも考えられている。2003年における地下水使用量の内訳は、総計175万m³/日のうち、工業

用水が88万m³/日であり、生活用水は74万m³/日、残り13万m³/日が農業用水である。生活用水は原則として、乾期の1月から4月に利用される。このように南部地域では工業用水が5割を占め、生活用水以上に使用されている。一方平野北部4県を含む地域では地下水は圧倒的に農業

Table 1 Groundwater use in the Chao Phraya plain in 2003

地域	用途	使用量(万 m³/E	1)
大朋想 100%	生活用水	45 . 00	d
チャオプラヤ	工業用水	45~90	
平野北部	農業用水	120~130	(6)
AT WINDS THE TOTAL	合計	165~220	I
S Page -	生活用水	74	d.
チャオプラヤ	工業用水	88 162	
平野南部	農業用水	13	
WENT EIN	合計	175	
T. +== V	生活用水	007 050	200
チャオプラヤ	工業用水	207~252	
平野全体	農業用水	133~143	
総計		340~395	

用水として利用されている 4)。 その量は 1989 年 2 1998 年 の間で 62~166 万 2 1日と変動するが、120~130 万 2 1日が平均的な値である。最大の 166 万 2 1日は 1994 年の掲水時に、最小の 62 万 2 1日は 1996 年の豊水年の総計である。即ち、地下水は水資源利用のなかで調整弁の役割を果たしている。また、米の相場が上がると水需要が増える関係を示すそうである 2 1。 北部 4 県の総量でほぼ 2 164~220 万 2 1日の地下水が揚水されているから、農業用水との差である 2 14の地下水が揚水されているから、農業用水との差である 2 15~90 万 2 17日ほどが都市用水(生活用水 2 17年)として使用されていると推測される。

以上をまとめると、チャオプラヤ平野全体での地下水使用量は北部と南部平野の合計で、2003年時点でおおよそ340~395万m³/日と推定される。同平野の水資源全体の8%を占め、全国の地下水利用量の75%以上に相当する。

2.4 地下水障害

2.4.1 地盤沈下

チャオプラヤ平野における地盤沈下は 1968 年に Cox により初めて報告された。 1978 年半ばから 1982 年にかけて、タイ灌漑局が水準点の水準測量を半年毎に行ない、引き続いて AIT (アジア工科大学) の 31 箇所の観測点も加えて、はじめてバンコック地域の地盤沈下の様子が明らかになった。その結果は 1978 年から 1982 年の間に、最大 54cm の沈下が、1940 年から 1980 年では、1.14m の沈下が認められた。1978年~1982 年の沈下は最大 10cm/年の割合であった(Fig1)")。

タイではアジア諸国のなかでもいち早く、1977 年地下水 法が制定されたが⁸⁾、すぐに地下水採取を抑制する実効をあ げなかった。1983 年ようやく規制措置がとられ、1985 年の 地下水料金の導入などによって、バンコック中心部で採取量 は減少し、地下水位も上昇した。地盤沈下は緩やかになった。 1997~1998 年からの水位上昇は経済危機による揚水量の減 少と考えられている。最近は地下水の採取が市内から郊外に 移り、地盤沈下もより広い地域へ拡大していった。当初地盤 沈下はバンコックの東部と西部に集中して発生したが、現在 では郊外の5ヶ所に分散する傾向にある(Fig.2)⁵⁾, 一部 では回復している。

2.4.2 塩水浸入

地下水の採取量は 1992 年から 1996 年にかけてバンコック郊外と隣接県で急激に増大した 1 , 2)。それに伴って、地下水位は降下し、上に述べたようにな地盤沈下が拡散しただけでなく、塩水が内陸に浸入する水質汚染も拡大した。チャオプラヤ川河口東側のバンパコン川には旧埋没谷沿いに現在の海水の浸入が認められる $(\text{Fig.3})^{2}$)。それとは別に PD 帯水層 (\mathbf{II}) 中に残留した、いわゆる化石塩水の影響と思われる高濃度の塩素イオンがチャオプラヤ川の西側に Ayuthaya 県まで認められる。第四紀の最終海進に伴って平野に堆積した最上位のバンコック粘土層は化石塩水を含んでおり、利用されていない。その分布の北限は、標高 5m の Pathum Thani の北付近である。

2.5 地下水保全

地下水の過剰な採取による障害に対し、タイ政府は長年にわたって対策を講じてきた'', ²'。1977年の地下水法の制定を始めとして、1978年から1982年にかけて、国家環境審議会事務局の調査の一環として、地下水資源の開発と管理およびバンコックの地盤沈下に関する調査が、AITや鉱物資源局(DMR)によって実施された。

それに引き続き、1982年に調査が完了したあと、「バンコック首都圏の地下水危機と地盤沈下の緩和に係る政府決議」によって、DMR は地下水採取量を管理する権限を与えられた。これは地下水法の施行に伴う措置であった。1985年に施行された省令によって、DMR は地下水の個人使用者に地下水料金を課することができるようになった(Fig.4) (1) (2) (13) (2) (3) (3)

この取り組みはアジア諸国の中で極めて早く、地下水抑制策として高く評価される。当初は1バーツ (3.3円)/m *であった。地下水料金は公共水道には課せられず、工業用水が対象である。

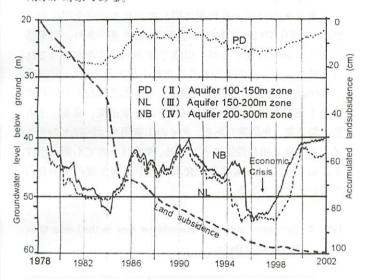


Fig.1 Land subsidence and water level change in the Chao Phraya plain

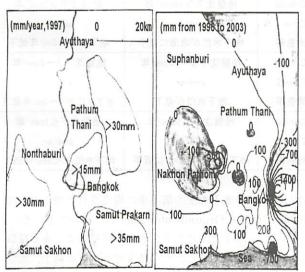


Fig.2 Change of Land Subsidence Area from 1997 (left) to total during 1996 to 2003 (right)

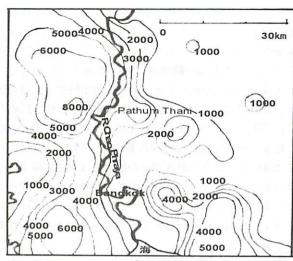


Fig.3 Chlorite concentration (ppm) in the PD (II) Aquifer in 1993

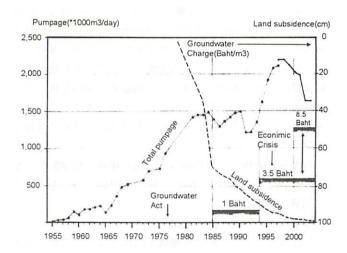


Fig.4 Groundwater Pumpage, Groundwater charge and Land subsidence (Simplified and added to the original)

その結果、1983 年から 1987 年にかけてバンコック首都 圏と周辺では、公共水道用の地下水使用量も含め減少して地 下水位が回復し、徐々に地盤沈下も緩やかになっていった。

その後、タイでは1990年から2000年にかけてGDPは急速な伸びを示した**)。しかし、表流水の配水網整備が市街地や産業の拡大に伴う水需要の増加に追いつかなかったため、地下水使用量は、Bangkok, Nakhon Pathom, Samut Pakarnを除き、外側の4県で再び増加し、削減は十分に目的を達成できなかった。DMRは1994年に地下水料金を1バーツ/m³から3.5バーツ(12円)/m³に値上げしたが、表流水の水道料金に比べはるかに安かったため実効が上がらなかった。料金は2000年にさらに3.5~8.5バーツ(12~28円)/m³の累進料金に値上げされた。ちなみに、日本の工業用水の料金は25円/m³であるから、物価と比べるとタイの地下水料金は随分高いように思われる。

一方で水道料金は m³当たり 21 バーツ (69 円) から 15 バーツ (50 円) に値下げされた。そのため、地下水料金の値上げは水道料金の 15 バーツ/m³が限度だと考えられて

いる⁵⁾。地下水法には地下水料金は水道公社の水道料金の 最高料金を超えてはならないという規定がある。これは、 税金や公共料金負担の公平さを考慮してのことであろう。

バンコック東部の観測点における地下水位の変化と地下水料金の変化を比べると、料金の設定時や1回目の値上げした時期に相応した地下水位に顕著な上昇は認められず、下降が続いている。1998年には上昇に転じたが、前年に起きた経済危機による採取量の減少と考えられている。2000年の料金の累進制への移行後は水位が確実に上昇傾向を示しており、抑制効果がこの段階になって初めて現れたように思われる。バンコック北方のNontaburi 県の観測点でも同様な傾向がみえる。環境保護料金の追加措置も効を奏したと思われる。

南部地域には環境保護の意味合いをもつ追加料金がある。たとえば地下水を大量に使う場合(ある食品企業で3000m³/日)、地下水料金8.5 に8.5 が加算され、計17バーツ(56円)/m³の負担となり、水道料金より高い料金を払うことになる。それでも食品業などは水道の水質や不安定な供給を嫌って、地下水を使っている。南部地域の工業は良質の水を多量に必要とする繊維業(染料を扱う)と食品業が大半を占めているから、地下水の使用がこのまま減り続けるかどうかは、安定した代替水源の供給と水質にかかっている。

ちなみに業種別の水需要は、上位の繊維、化学製品、食品、紙製品、機械の 5 者で工業用水全体の 58%を占める (DIW.2005) ¹⁵⁾。

日本では特殊な一部の地域を除き、地下水の汲み上げに対し行政側が地下水料金を徴収した例はない。これは水法の根本的な問題に係ってくるからである。地下水が公共の財産という規定があれば、政府が個人から料金を徴収することもできるが、日本では法的に地下水はその土地の所有者に帰属する私有財産に準じている。上記の特殊な一部地域とは、ある規定量以上の地下水採取者が、水道事業へ地下水利用協力金という形で収めるもので料金ではない。い。

一方で、DMR は 1999 年から雨期の洪水を、井戸に注入する地下水の人工涵養を開始した。しかし実効はあがらず、2001 年にプロジェクトは棚上げされた。注入井戸による人工涵養は日本でも試みられたが、注入水の水質の問題から、スクリーンの目詰まりが生じて効果が長続きしない事例が多く、またコスト面でも厳しいため、今日ではほとんど行なわれていない。

バンコックを含む南部平野では、地下水使用量の50%は工業用水である。このためタイの関係機関は、工業用水を削減するため、指定した危機的地域(Critical Zone、後述)において、工場の再配置と、他の水源への転換を考えた。さらにBMA(首都圏庁)は現在無料の下水道料金を、1~2 バーツ/m³に有料化しようとしている。

この点では日本の神奈川県平塚市の地盤沈下対策の取り組みが参考になる。当地では1960年から1970年初めに

かけて年間 33mm もの地盤沈下が発生した。1972 年神奈川 県の公害防止条例 (当時) が施行され地下水の取水は規制されたが、その法的な規制効果とは別に地下水の採取が削減された要因があったと考えられている'')。 平塚市より地下水の採取削減を要請された企業が、同時に導入された流域下水道料金の上乗せ負担を恐れたのである。 表流水から供給される工業用水に転換するよりも、一度使用した水を回収し再利用した方が経済的に安価であることから、多くの企業が回収設備に投資することを選択した。結果としてこの経済的な比較評価が工場の費用削減につながり、地下水採取量に抑制効果をもたらし、地盤沈下が収まったという経緯がある。

この際、工場側から資料の提出や節水への取り組みに積極的な協力が得られ、水資源を共有しているという住民意識があった¹¹。タイにおいても、行政側の公平な監視と料金徴収(メーター制)が求められ、企業側から地下水揚水量の資料の提供など自発的な協力が得られることが地下水管理に不可欠である。

工業用水の回収・再利用に関して、日本では全国平均で2004年現在79.2%である。地域でかなり差があり、関東都市圏では90%に達するが、山陰では30%にすぎない。これは業種によってその差が生じるためと思われる¹⁸⁾。回収率が90%を超えているのは鉄鋼業、石油製品業などのいわゆる重工業であり、反対に35%以下は、繊維業、窯業・土石製品製造業、食品業である。タイの工業用水は回収水のリサイクルに取り組む段階にきている。問題は日本でも低い回収率に留まっている繊維業と食品業等が工業生産の大半を占めていることである。

Table 2 Designated criteria of groundwater zone in the Lower Chao Phraya River Basin

指定地	1983 年	1995 年
Critical	地盤沈下>10cm/年	地盤沈下>3cm/年
Zone 1	and/or	and/or
(赤色帯)	地下水位が急激に低下	地下水位>3m/年低下
Critical	地盤沈下 5~10cm/年	地盤沈下 1~3cm/年
Zone 2	and/or	and/or
(黄色帯)	地下水位が低下	地下水位が 2~3m/年低下
Critical	地盤沈下<5cm/年	地盤沈下<1cm/年
Zone 3	and/or	and/or
(緑色帯)	地下水位が緩やかに低下	地下水位が<2m/年低下

次に、タイの地下水法の第4条に規定された地下水の指定地域 (Critical Groundwater Zone) について述べる²⁾、
⁸⁾, ¹⁰⁾。指定地域とは地下水が地下水涵養量より多く採取されている地域を意味し、その結果地下水位の降下、地盤沈下、塩水浸入や他の環境へ影響が及ぶ原因となる。地域は地下水委員会で審議され大臣が決定する。Table 2 はその指定基準を、Fig.5 は指定地域 (1995 年) を示したもので、

その指定基準と地域は経年的に改定されている。1995年には基準となる数値が厳しくなったため、地域はバンコック周辺に拡大し、バンコックを含む7県 (Lower Chao Phraya River Basin)がすべて含まれる。

なかでも Zone 1 は Bangkok 東部から Samut Prakarn 県に至るチャオプラヤ川東岸一帯と対岸の Samut Sakhon 県の沿海から中央部一帯の2地域に広がっている。 Zone 2 は両地域をドーナツ状に取り囲み、地盤沈下地域が地方に拡散している様子がよく分る。

既に述べたように、地盤沈下に対し、何らかの地下水規則を制定し、それに基づいて保全地域を指定したあと、被害がその外周に拡大してゆくのは日本でも発生した苦い経験である。日本において、その対策は、地盤沈下をふくむ地下水

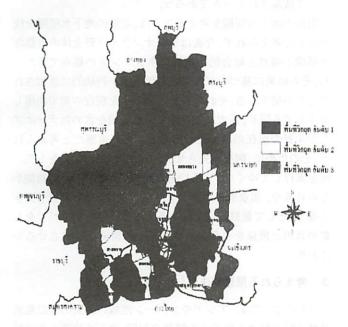


Fig.5 Designated groundwater zone of the Lower Chao Phraya River Basin based on the Groundwater Act (1995)

障害を①地下水盆単元で表流水を含む水循環収支シミュレーションによって科学的に把握したうえで、②その結果に基づいた明確な改善目標を掲げ、③厳格にモニタリングして情報を公開し、④官民が一体となって試行錯誤を繰り返しながら最適の改善策を見出すというプロセスで被害の拡大を防止してきた。タイの現行対策は、この道筋に乗りつつある段階と言える。

2.6 総合治水と環境マネジメントの観点

バンコック周辺では 1980 年代に入って、高速道路の整備と共に都市化の波が訪れ、特に中心街から東北〜東部に市街地が急速に広がっていった。それと共にチャオプラヤ川を主な原因とする都市型の洪水が発生し都市機能の低下と経済的な損失を被った。近年では1983,1993,1995,1996,2006年の洪水がある。

これに対し、総合治水対策のマスタープランが、1985

年にチャオプラヤ川を挟むバンコック首都圏に対し、洪水防 御と内水面排水を主な内容として立てられた190。2005年に はBMA (バンコック首都圏庁) によって、実施計画が立て られた。これは、堤防の建設や排水機の設置といったハード な施設とともに、首都圏の土地利用をゾーニングして開発を 規制して洪水を防除するソフト対策からなる総合治水計画 であった。その基本は、首都圏を盛土の堤防 (Green Belt Levee-King's Dyke)で囲み、内側は保水機能を保全した開 発地域とし、外側はグリーンベルトとして遊水地とする。グ リーンベルト内は、法律によって開発を規制し、開発する場 合でも流失抑制対策を義務付けした。洪水は東西の堤防の外 側を南に流れ、チャオプラヤ川の河口の東西に造成された遊 水池 (Kaem Liang; Monkey's Cheek) によって海に排水 される仕組みである。いわばバンコック首都圏を巨大な「輪 中」化を目指す大構想と考えられる。その結果、年を追う毎 に浸水域は減少している。潮汐平地の砂質地盤からなる海岸 沿いに遊水地を造ることは、地下水の淡水レンズを形成し海 水浸入防止にも効果がある。

この計画を水理地質の観点からみた場合、すでに述べた地盤沈下や塩水浸入といった地下水障害対策として、有効であると期待される。それは、チャオプラヤ地下水盆の上流から周辺に、雨水の地下浸透を促す遊水機能をもった広い土地が確保されるからである。化石塩水を含むバンコック粘土層の北限は、Pathum Thani (標高 5m 前後) あたりであるから、グリーンベルト遊水地は、その北側の上流から周辺を囲む地域に位置する。総合治水計画が実に見事に、地下水涵養と調和した形になっていると言える (Fig.6)。

さらに、アユタヤ(標高 6m)以北には広大な灌漑水田地域が、Chai Nat まで広がっている (100) タイ全国 460 万 haの灌漑耕地のうち、46%の 210 万 haがチャオプラヤ川沿いの中央平野に集中している(1996 年)。アユタヤ以北で 110 万 ha である。代表的なものは、西岸の Chanasutr (75,000ha) と、東岸のラーマ 6 世頭首工 (配水量最大1800m³/秒)により灌漑されている水田地帯 (配水量から推察すれば、少なくとも 100 万 haになり、チャオプラヤ平野の約半分をカバーする)である。関東平野が約 50 万 haであるから、いかに広大な耕地を上流域にかかえているかが判る。さらに、表層の地形解析では、アユタヤから Chai Nat (標高 12m) まで上流にゆくに従い、段丘や扇状地が両岸の山すそに分布することや、川沿いに自然堤防が多くなることから、地質は表層の粘土は薄くなり、比較的粗粒で透水性の高い地層に変化すると予想される (20)。

タイの RID(王室灌漑局)はアユタヤ付近のチャオブラヤ 川両岸で、農用地を洪水期に補助金 (約 40,000 円/ha) を 支払って借り受け、洪水防御の遊水地に使う計画を考えて いる。アユタヤ付近には東西方向に広がる隆起砂州があり、その上流側は浸水し易い地形になっている²⁰⁾。地形をうまく利用した事業だが、農用地を開発し、水を分配して生産を上げる立場にある RID の本業から外れた事業であろ

う²: '。洪水被害の著しい2006年限りの措置かどうか不明であるが、話はそれ以前からあった²2 '。いずれにしても地下水側からすれば、遊水地として有効に作用する。

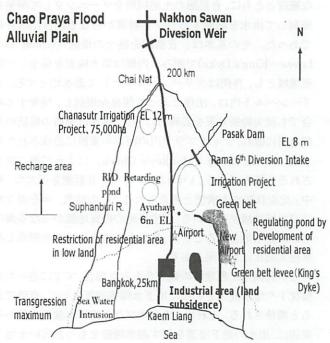


Fig. 6 Geohydrological interpretation of Chao Phraya Groundwater Basin. Flood Measures and Irrigation Schemes

このように、アユタヤより上流域は、表流水の地下浸透に有利な条件を備えた平野である。Sucharit らの実測によれば、Channasutr Irrigation Project 地域では、雨期に雨量の2~10%が有効雨量として地下浸透(地下水涵養)する⁴)。雨期(6~11 月)に当地の年間 1000mmの80%の雨が降るから、16~80mm となる。100 万 ha の面積では160~800 百万 m³/6 ヶ月(88~440 万 m³/日)の地下水涵養がある。乾期(12 月~5 月)は残り 200mm の 4%が地下浸透するが、

微小である。年間合計で平均すると 65~240 万 m³/日の地下水涵養がある。この数字には灌漑用水による浸透涵養量は含まれていないから、実際はもっと大きな数字であろう。地下の帯水層の透水性も比較的大きいと考えられるい。地下水流動は表流水に比べはるかに緩やかだが、この平野の上流域のもつ土地の広大さや地質は、そのハンディをカバーして下流域の地下水に大きな影響をおよぼしているのは疑いが無い。それが、実際にどれほどの地下水量を供給し、表流水の流れとのタイムラグがどれほどなのかは、今後検討する価値が十分にある。

この点ではSanfordらの研究が参考になる³³)。彼らは、 チャオプラヤ平野にある約 50 本の井戸 (スクリーン深度 60~550m、帯水層Ⅱ、Ⅲ, Ⅳが大半、他にⅠ、Ⅴ、Ⅷ) から地下水を採取し、炭素 14 を用いて地下水の年代を測 定した。年代の基準は周辺や上流域の土壌中の地下水の炭 素同位体比である。この年代とシミュレーションモデルで算出した地下水流動を比べ平野全体の流動系を 3 次元的に推測した。その結果は上流周辺で垂直涵養され、深層に向かった地下水がバンコック周辺で湧き上がっており、集中的な地下水の揚水に伴って生じた人工的な流動系をうまく再現している。ここから、地下水の涵養域が平野の上流から周辺域にあり、平野全体に広がる流動系が存在することがよく判る。

従来、バンコックの地下水問題は、南部 7 県 (Lower Chao Phraya Plain) の範囲で議論されてきた。そこは海岸からわずか 90 kmの地域である。チャオプラヤ平野とその地下に広がる地下水盆は、はるか北 200km の Chai Nat までひと続きで、表流水も地下水も上流と下流の関係でつながって流れている。今後チャオプラヤ平野の地下水を論ずる場合、南部 7 県と上流 4 県を含む地域は一つの地下水盆として一体として議論されるべきであろう。

南部の地下水問題を考えることは、北部の地下水問題を抜きにして考えられず、今後はチャオプラヤ平野全体の自然な水循環の視点と総合的に環境マネジメントの観点で考察され、その結果に基づいて将来とも地下水が持続的に活用されることが望まれる。それは将来も地下水を現在の形で利用しようとする限り、巨大な涵養源である上流を含めたチャオプラヤ平野の現在の環境を守ることが最も重要だと考えられる。そのために、何を優先させ、どこにどれだけ投資をして、何を実行してゆくか、いろいろな選択肢があろう。供給側からの対策や、需要側の対策など立場が異なれば、施策も大きく違う。そして最終的に関係する当事者にどう動機づけをし、費用負担と便益をバランスさせてその環境を持続させるかにある。

3. 考えられる問題解決のシナリオ

(その 2) では、アジアモンスーン地域の代表的な氾濫原沖積平野における地下水の開発や利用、地下水障害とその対策、そして保全にいたる経緯を簡潔に整理した。本論の目的は、関東とアジアの各沖積平野を比較検討し、地下水障害を緩和させながら、今後地下水を持続的に利用するための政策シナリオを考えることである。ここで、(その 1) 241 で述べた関東平野における地下水の利用と、地下水障害が発生してから、その利用を抑制し障害を緩和するに至った歴史的な道筋を整理しておこう。日本の経験から学びうる成功と失敗を含めた施策と重要な時代動向は次のようにまとめられる。

- ・法律上地下水はその土地の所有権に属するものとされ、他 人の権利を侵害しない範囲で個人の所有が認められた。
- ・産業の発展と共に長く続いた過剰な地下水開発は、地盤沈下と洪水等の被災を招き、復興に大きな社会的負担を強いた。
- ・1956 年工業用水を規制する法律、1962 年にはビルの地下 水使用を規制する法律が制定された。
- ・この 2 法は特定目的の、特定地域の地下水を規制する特別法で、主要三大都市圏に適用され日本全国に適用されなかった。

- ・主要都市圏では代替水源は別の法律(工業用水道事業法、 1958)によって建設が保障され、地下水利用量は減少し たが、地盤沈下が沈静化するまで2法制定後10年ほど 要した。
- ・地下水障害は上記2法の法律の適用を受けない郊外や地 方に波及した。
- ・1974~75 年に河川と地下水の水行政を包括する地下水 法の議論がされたが成立しなかった。現在も制定の動き はない²⁵⁾。
- ・1970 年排水の水質を規制する法律が制定されるとともに、 下水道整備によって下水量に費用がかかるようになっ た。
- ・工業用水の回収水の使用率は 1965 年から 1975 年間に 30%から 70%に飛躍的に向上した。また、工業用水の使 用水量原単位も 1975 年から 1991 年にかけて、25%減少し企業の節水努力が明らかに認められた¹⁸)。
- ・1973年の第1次オイルショック、1990年代の経済不況 によって、水の需要は国の「ウォータープラン 2000」 で予想された伸びを下回り、プランの改定が 1999年に された。都市用水は平水年において供給は需要に追いつ いたと認識された²⁶⁰。
- ・水源確保の目標は利水安定度の向上に、その手法は既設 施設の有効利用に政策転換された。
- ・世界的に水資源に対する危機感が高まり、国際会議の場で水環境の水質と量の面から保全と持続的な水資源利用に向けた多くの提言がなされた。それは1992年の国連会議地球サミットや2002年の国際サミットなどであり、日本に影響を与えた。
- ・1993 年環境基本法が制定され、その規定に従い自治体も 同じ趣旨の条例を定めた。
- ・ここに、初めて全国的に地域性に応じて地下水管理ができる体制が法的に整備され、流域や地下水盆ごとの地下水管理が始まった。

以上の歴史的経緯のなかから、日本が学んだ地下水需要を抑制した動機付けを見出すことができる。そのキーワードは、供給側からは、法律、量的規制、規制地域、代替水源、水質を規制する法、下水道(料金)、数値目標設定手法の開発、水環境の保全、条例、啓蒙などである。需要側からは、経済評価、生産原単位の節減、回収水、生産拠点の再配置などであった。これらを考え合わせて、今回とりあげたチャオプラヤの沖積平野において、地下水を適正に利用しながら地下水障害の緩和に役に立つ有効な施策のシナリオは次のようにまとめられる。

(1) 沖積平野に賦存する循環更新性地下水の適正利用量 が流域・地下水盆単位でとらえられること。これは 最も基本的なことである。従来南部7県のみで論じ られることが多かった。

- (2) 人口や産業の動向、国家的な都市・農村の将来計画に基づいて、水資源の需要予測が、できる限り地域を分散化して行なわれること。さらに、水資源のなかで地下水の役割が位置づけされること。これは現在CREST 研究グループの那須教授とタイのチュラロンコン大学のスチャリット教授のもとで作業が進められている。
- (3) (1) と (2) の結果を受けて行政側は地下水障害緩和 のための数値目標量を設定し、地下水利用者と具体的 な抑制策について協議(代替水源の供給や取水場所の 分散・再配置などを含む) する必要がある。
- (4) チャオプラヤ平野では、繊維業や食品業などが中心で、水質の良い地下水に対する需要が根強く、将来もその需要は現状維持から微増の傾向にあると予想される。このため、需要側の節水努力を促す助成策や補助金を策定する必要がある。これには、需要サイドからは、工場に水のリサイクルや節水型機器の導入が、水道供給側には量・質共に安定した水の供給や漏水の低減が求められる。いずれも財政的な負担を強いるものであるため、助成策が必要である。
- (5) 一般に水道料金の値上げが使用量の抑制に効果を上げることは知られている ここ。それを地下水料金に適応した場合、地下水の所有権にかかわることであり、法律の整備が不可欠である。これは、国によって事情が異なるので、関係者間で社会・経済的なコンセンサスが必要である。下水料金の導入による抑制も同じような流れになる。導入が可能な場合には両者共に、量と質が公平に監視され、料金が徴収されることが原則である。
- (6) 乾期と雨期で水資源の分配を工夫し、地下水を持続的 に利用することはできる。これは、モンスーン気候特 有の水資源の偏在を緩和することにつながる。これも 表流水の水質浄化や配水施設の裏づけがないとうま く機能しない。
- (7) 循環型地下水の地下水強化 (農村型の人工涵養):水田が大きな浸透能力をもっており地下水を涵養していることは良く知られたことである²⁸⁾。地下水盆の上流に水田が存在する場合、雨期の自然の涵養に加え、乾期の灌漑期にも涵養されるから、年間を通して地下水を効率的に涵養させる工夫はできる。地下水位をモニターし、効果を公表して生産奨励や補助金など農民に動機づけをする必要がある。
- (8) 都市の洪水対策や都市計画との整合性がうまく機能した場合、都市型の人工涵養として、効率的な投資となる。この際、土地利用計画に則った開発規制の遵守が必須である。さらに、広域的な都市政策と農村政策の整合性、それを実行する裏づけとなる財政的な措置が必要である、地下水位の観測などで効果をモニタリングし、効果を公開して明示し動機づけをする必要がある。

謝辞

本研究には独立行政法人「科学技術振興機構」(JST)による戦略的創造推進事業(CREST)平成15年度採択課題「人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ」ーモンス

ーン・アジア地域等における地球規模水循環変動への対応 戦略(研究代表者砂田憲吾教授)の一部の研究費を使用し ている。関係各位に厚くお礼を申しあげる。

> (原稿受付 2006 年 11 月 02 日) (原稿受理 2007 年 01 月 04 日)

参考・引用文献

- Das Gupta, A. and Babel, M. S. (2003) Environmental Consequences of Upland Groundwater Development. Proceedings of the First International Symposium on Southeast Asian Water Environment, pp. 450-457.
- Sucharit, K. (2005) The Workshop on Water Resources Management in the Alluvial Flood Plain in Asia-Groundwater and Water Demand Forecasting Problems in South-East Asia
- Sucharit, K. and Pongsak, S. (in press) Water Demand Management in the Lower Chao Phraya River basin.
- Sucharit, K. et. al., (2005) Groundwater Data Monitoring in the North of Lower Central Plain and the Development of Groundwater Data Linkage System. Chapter. pp. 1-22.
- 5) Sucharit, K(2004) Personal communication.
- Cox, J. B. (1968) A Review of Engineering Properties of the Recent Marine Clays in Southeast Asia. Research Report No. 6, Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- 7) Industrial Water Plans Development Working Group (2004)
- Thai Government (1977) Groundwater Act, B. E. 2520 (revised in 1992, 2003)
- Das Gupta, A. (2003) Groundwater Use and Consequences of Overexploitation, 3rd World Water Forum, Kyoto
- 10) Mana, K. (2005) Sustainable Groundwater Resources Management for the Bangkok Aquifer System. Master Thesis, AIT, p. 142.
- AIT and DMR(1978)Groundwater Resources in Bangkok Area, Development and Management Study.
- 12) Rammarong et.al. (1998) Groundwater consumption in Bangkok and its Vicinity, Present and Future.
- 13) Kasetsart Uneversity(2004)Water Resources Information of 25 River Basins of Thailand
- 14) Doryane Kermel-Torres et.al., (2004) Atlas of Thailand.pp. 91-92, pp. 110-111.
- 15) Department of Industrial Works(2005)
- 16) 水野和成(1990) 地下水利用協力金制度について.地下水技 術,32,2,pp.17-26.
- 17) Shibasaki, T. et. al., (1995) Environmental management of Groundwater Basins. Chapter 6 Evaluation and Management of Groundwater Resouces, Tokai University Press, pp. 157-185
- 18) 国土交通省(2006) 日本の水資源。平成 18 年度版。
- 19) 松下潤(2005) 都市化に伴う水循環の変遷―東京・バンコックの比較、法政大学・学術フロンティア事業(2004 年度研究報告資料)

- 20) 大矢雅彦 (1993)河川地理学. 第 17 章タイ中央平原とチャオプラヤ川, 古今書院,東京,pp. 195-206
- 21) Royal Irrigation Department (2006) 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, Special Session
- 22) Sucharit, K. (2006) Personal Communication
- 23) Sanford, W. E. and S. Buapeng (1996) Assessment of a groundwater flow model of the Bangkok basin, Thailand, using carbon-14-based ages and paleohydrology. Hydrogeol. J. 4, pp. 26-40.
- 24) 辻 和毅 (2006) アジアモンスーン地域・沖積平野の地下水利 用と保全政策の比較(その 1). 四万十・流域圏学会誌, 5,2、 pp. 42-50.
- 25) 辻 和毅 (2005) 日本の地下水法制と地下水盆管理. 四万 十・流域圏学会誌, 4,2、pp. 3-10.
- 26) 国土庁(1999) 新しい全国水資源計画(ウォータープラン). P. 72.
- 27) 安井正巳 (1970) 水の経済学, 日本経済新報社, 東京
- 28) 市原 実ほか (1987) 日本の平野. pp. 60-92. 平凡社、東京

〈論 文〉

アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策

— (その3) 地下水依存度が高く地下水汚染が発生した沖積平野—

辻 和 毅*

Comparative study on groundwater use and preservation policy of flood alluvial plains in Monsoon Asia — (Part 3) Alluvial plains facing high dependence on groundwater and groundwater contamination—

Kazuki TSUJI*

*Fuji Grouting Engineering Co.Ltd,. 2-8-17, Tohko, Hakataku, Fukuoka, 812-0008, Japan

Abstract

This paper constitutes the third comparative study of groundwater use and its preservation policy of the flood alluvial plains in monsoon Asia. The Part 3 deals with the Bac Bo(Hanoi) and the Ganges plains, followed by the basic framework study on the Kanto plain in central Japan described in the Part 1 and the Chao Phraya plain in the Part 2. The two plains in this paper have recently undergone groundwater contamination originated from Arsenic, though the people are greatly dependent on groundwater. The integrated output of the papers aims to elaborate a sustainable strategy of groundwater resources in associated with water supply/demand issues of the above-mentioned plains in the near future.

Key words: flood alluvial plains, groundwater use, groundwater contamination, preservation policy

1. はじめに

本論は同じ主題のもとにまとめた日本の関東平野(その1)の構成と論点を踏まえている。(その2)ではアジアモンスーン地域に位置する代表的な氾濫原沖積平野であるチャオプラヤ平野をとりあげた。(その3)ではベトナムの北部にあるバックボ平野とバングラデシュのガンジス平野についてとりまとめた。ベトナムの首都ハノイがあるバックボ平野(紅河デルタ)は地下水に対する依存度が高い地域である。また、ガンジス平野はバングラデシュの国土の約70%を占め、関東、バックボ、チャオプラヤの3つの平野に比べ格段に広い。地下水を含む帯水層は広く分布し、水資源の97%を地下水に依存している。

近年地下水の利用は、両地域で急速に進んだが、バングラデシュで1993年に、ハノイで2001年に砒素汚染が報告された。その後、海外の援助のもとに調査が進むにつれて、汚染の報告は増加している。ここでは水理地質構造と地下水の砒素汚染の関係や、地下水利用と他の障害について概観し、(その1)、(その2)と同様に今後地下水資源を活用する施策を立案する道筋(シナリオ)を考えた。

2. バックボ平野・ハノイ地域の地下水

2.1 地域の概要

バックボ (Bac Bo,紅河デルタ) 平野は紅河 (Hong 川)

と北の Thai Binh 川の下流に広がった三角州が複合した沖積平野である。紅河は平野の中央を曲流しながら、西北から東南に流下し、Thai Bin 川は平野の北の縁を同じように曲流しながら東南に流下している。この平野で標高 25m 以下の低地の広さは約 15,000 km² あり¹)、関東平野の約 3 倍である。この平野に約 1100 万人の人が住み、国の総人口 7632 万人の 15%を占める。ベトナムの首都ハノイは、平野の中央よりやや西北の上流にあり紅河の右岸に位置する。人口はハノイ市街地を含む首都圏(921 k m²)に 270 万人ほどで首都の割合に規模が小さい。

市街地は紅河が東南から南よりに流路を変える緩い曲流の内側(右岸側)にある。右岸側には紅河の氾濫原や後背湿地の名残と思われる大小の湿地や三日月湖が多数点在して、現在は公園として利用されている池もある。ハノイ市は河口から110km 上流に位置し、標高は5~6m ほどで非常に緩やかに東南に傾斜し、平野の最上流から海岸までの地形の平均傾斜は1/10,000で関東平野の1/10である。ハノイの年間降水量は1700mmで、11月~4月の乾期と、5月~10月の雨期に分かれ、降水量の80%が雨期に集中する。

2.2 水理地質構造

バックボ平野の水理地質構造をまとめると、次の通りである²)。①難透水性基盤岩は最も深いところで200mほどで他のアジア地域の沖積平野に比べかなり浅く、西北から南東に

^{*} 不二グラウト工業株式会社 調査部 〒812-0008 福岡市博多区東光 2-8-17

傾斜している。その勾配は 1/1000 で、関東平野の 30 分の 1、メコンデルタの 1/3 倍である。②基盤岩をおおう堆積層 は鮮新世から始まり、完新世の粘土層まであり、他の平野の下部に存在する中新世の地層を欠いている。③これらの堆積層は後期鮮新世以降顕著になった世界的な気候変化に伴う海水準変動の影響を受けているから、整合一連の堆積物ではなく、間に不整合面を挟むと思われる。④帯水層は狭在する明瞭な 2 層の難透水層によって上位から、第一、第二、第三の 3 層に区分される。⑤ハノイ市から紅河の北の Soc Son にかけて深い第二帯水層が分布し、紅河から南では浅い第一帯水層が厚く分布している。⑥紅河からハノイ市を境にして北部地区と南部地区で帯水層の構造が異なっており、第一と第二帯水層が有力な取水対象層である。

2.3 地下水の利用

バックボ平野の水需要予測は Table 1 に示す通りである 3),4)。ハノイ市を含み約 1100 万人の人が住む平野全体の水需要を知るうえで参考になる数字である。

Table 1 Water demand forecast in the Bac Bo Plain

200	00年(*千m ² /	(日)	2010	年(*千m [*] /E	1)
都市地域	農村地域	合計	都市地域	地域 農村地域 合計	
1,005	633	1,638	1,453	1,253	2,706

このうちハノイ首都圏では生活用水は100%地下水に依存しており、工業用水にも地下水が使われている。その開発と供給の形態は次のようになっているり。①Public Well Field :都市地域向けにClean water Business Companyが運営し、8つの主要なWell Fieldがある。②Private Wells :企業や工場向けの工業用水として各企業が運営している。③UNICEF Wells :主に郊外地域で掘削された井戸で、地方組織とパイプ所有者で管理している。このうち②と③の地下水利用量は十分に把握されていない。ハノイ首都圏での地下水の開発水量と将来の見通しはTable 2に示すとおりである。

Table 2 Water demand and its forecast in Hanoi Metropolis (Public water from Public Well Field)

年	1954	1960s	1970s	1980s	1990s	2000	2010	2020
開発量 (万 m²/日)	2.2	14.5	17.5	30	40	70	100	140

北部水理地質局では、将来の地下水需要の急激な増加に対応するため、水理地質調査結果を総合してハノイ市と西南に隣接した Ha Tay 県を含む約1000km²で水収支シミュレーションを行い、地下水取水の将来計画を立案した⁵¹。この結果、2020年予測で107万m³/日が取水可能となるが、Table 2に示した2020年の需要予測値140万m³/日に2割強不足する。この不足を補うため、他県の開発を計画していると思われるが、バックボ平野全体を統合した地下

水評価はまだ行なわれていないようである。ハノイでは下水 処理施設が不十分なため、河川水が汚染しており、水源を河 川水に転換するにはなお時間を要する。安全清浄で安価な水 源として、地下水への依存は今後も変わらないものと思われ る。

2.4 地下水障害

2.4.1 砒素汚染

砒素は 1998 年地下水中の重金属の調査の折 Berg ら (2001) によってハノイ市と周辺農村から初めて報告された 6)。それによれば、砒素濃度が高い (ベトナムの基準値は WHO と同じ 10μ g/ ℓ 以上) 地域は、紅河の右岸に広く分布し、特に危険濃度の $1000\sim3000\mu$ g/ ℓ を越える高い地域は市の東南の、紅河が曲流する内側の集中する(Fig.1) 6)。 7)。

濃度の高い地域が広く分布するため、ガンジスデルタと同様に自然起源であり、浸食と風化によって、砒素が鉄酸化物に濃集し、それが河川で運ばれ堆積したと考えられた。さらに、砒素に富む鉄酸化物が堆積層中の還元下で帯水層の地下水に溶解したと考えている。紅河における還元状態は地下に存在する自然有機物によって作られる。実際、15%の有機炭素を含むピート層が砒素濃度の高い地域でボーリングによって確認されている(Fig.2)*)。この地域は池や湿地が多いところであり、紅河の後背湿地であったと推測される。現在までに砒素中毒と疑われる病症は報告されていないが、ハノイで地下水が飲用水に使われて7~10年であり、過去の経験から10年以上経たないと病症が顕在化しないため、今後注意が必要である。

最近、紅河右岸の Dan Phoung 地区や、ハノイ市の 50 km 上流の Viet Tri 市でも基準値を越す高い砒素濃度を示す地 下水が報告された⁹⁾。Dan Phoung 地区ではハノイ鉱山地質 大学がデンマークとの共同研究を 2005 年から開始した(Bui Hoc,私信)。

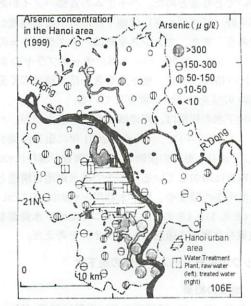


Fig.1 Arsenic groundwater contamination of public wells in the Hanoi metropolis (simplified from Berg et.al.,2001)

2.4.2 地盤沈下

地盤沈下はハノイ市の南部の井戸群を中心に発生している (Fig.2) *)。1991~2001 年に約 6m 地下水位が降下して、年間最大 30~40mm の沈下を記録し、10mm/年の地域は上記地区を含み市街地全域に及んでいる。沈下の激しい地域はピート層が分布する地域とほとんど重なっている。地下水採取量や地下水位降下量の地域分布が判らないが、有機物起源の堆積層を中心として圧密沈下していると思われる。

2.4.3 塩水浸入

完新世の帯水層の塩水化は、2001年時点で当平野の沿岸から40kmほど内陸側まで帯状に認められる(Fig.3);。これは沿岸のNam Dinh 県の内陸側のほぼ県境あたりに位置し、かなり深刻な問題である。しかし完新世の帯水層の塩水化はハノイ市までは及んでいない。すでに述べたようにハノイ首都圏では深度100m以浅にある第一、第二帯水層が有力な帯水層で、生活用水、都市用水として利用されている。この点は、メコンデルタやチャオプラヤ平野の地下水と大きく異なる利点である。その要因は、海岸からの距離が遠いことと、関東平野と同じように周辺を山地に囲まれ、紅河とThai Binh川から扇状地を作る河成の粗粒堆積物に地下水が供給されていること、地層の傾斜が関東平野の1/30程度はあって、地下水流動を促進していること等があげられる。

2.5 地下水保全計画

北部水理地質局はハノイ首都圏の地下水を保全するため、地域を指定し地下水のモニタリング網の整備を 1990~94年に実施した。それは①ハノイから Ha Tay 県に至る南部地区は要注意管理区域、②紅河左岸に沿う Gia Lam 地区は注意管理区域、③ハノイより Soc Son 地区に広がる北部地区は現状維持管理区域とした。北部地区は深井戸がPublic Well Field としてすでに管理されているが、南部は浅い帯水層であるため乱掘が進み、今まで管理が行き届かなかったことと、上に述べた地下水汚染と地盤沈下を考慮したものと考えられる。

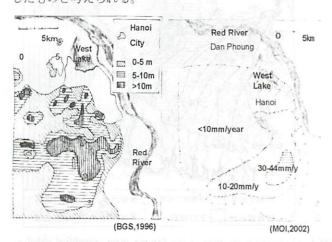


Fig.2 Isopach map of Peat (Left) and Land Subsidence(Right) in the Hanoi area

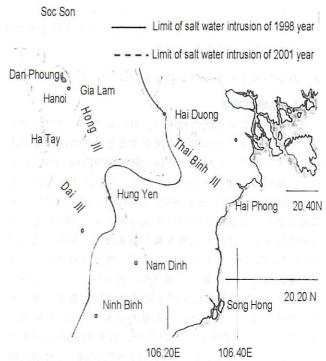


Fig.3 Limit of salt water intrusion in the Bac Bo plain

さらに Bui Hoc ら (2005) はベトナム全国の地下水資源 を総括したあと、地下水の水量と水質の保全管理について提言を示している。その中からベトナム特有の問題に関する項目を取り上げると次の通りである³⁾.⁴⁾。

①水資源保護の法律を真剣に策定すること、②法律の下のレベルで公文書や指針等を厳密に実現化すること、③広く国民に水を有効にかつ経済的に開発し、使用するよう啓蒙すること、④水資源を必要とする地域、特にハノイ、ホーチミンや他の都市地域において保護地区を設定すること、⑤地下水の開発や保護に関係する産業や組織に水管理をすぐに近代化するため、教育コースを設けること、⑥水の管理と供給を効率的に行ない、開発中の障害を最小限にするため、水開発センターを設置すること等である。

結論では政府に対し、再度全国同一レベルで水資源とその 保護に関する法律を制定し、地下水調査や持続的な水資源開 発に関する規則など具体的な地下水管理の対策をたてるよ う強く求めている。この点がベトナムの緊急の課題であろう。

筆頭著者のBui Hoc は現在ハノイ鉱山地質大学の学長で、長くベトナムの地下水問題に直接かかわった権威である。この提言の前段として地下水資源の総括では、地下水は現状では全国的に需要を満たしているが、近い将来には量的に逼迫し、質的に劣化すると述べており、根底に将来の地下水資源に対する危機意識がある。それはハノイやホーチミン等人口の集中する都市部で緊急の問題であると述べている。今後政府内で検討が進むものと思われる。

ベトナムでは水資源法 (1998) があり、地表水と地下水の管理・保護・開発および利用、加えて水に起因する有害な影響の防止を定めている¹¹⁾。政令 (2000) では全国の水資源を審議することになっている。法律の詳細は判らないが、

井戸の乱掘など地下水障害を招く事例の発生は多く報告されているので、上に述べたように具体的に地下水保全策を実行できる法律が求められている¹²¹。

3. ガンジスデルターバングラデシュ

3.1 地域の概要

バングラデシュ人民共和国は、ガンジス川とプラマプトラ川というヒマラヤ山脈から流下する2つの大河の最下流に位置する国で、東西約400km、南北約500kmの広がりをもち、面積は143.998km²を占める。人口は138.5百万人(2003年推計)で、その85%は回教徒、14%はヒンドゥ教徒である。首都は国のほぼ中央にあるダッカである。人口密度は896人/km²と世界有数の過密な国であり、人口は2025年には181百万人に増加すると推定されている。主な産業は農業や繊維業で、世界的に最貧国の1つである。

国土の 80%は非常に平坦で肥沃な平野で農業に適するが、サイクローンのもたらす大量の降水と、河川や排水に対するインフラ整備が乏しいため、毎年規則的に国土の20%で洪水が発生し、ピーク時には60%に達し、経済的損失が大きい¹³)。

11月~3月の乾季と、6月~10月の雨期に明瞭に別れる。 降水量はベンガル湾岸部で 2500mm、中部で 1800mm、 北部丘陵で 5000mm を超える。

3.2 水理地質構造

バングラデシュで地表に露頭する一番古い地層は、インドとミャンマーの国境をなすチッタゴン丘陵と国境東北縁辺のカシア丘陵に分布する新生代中新世から更新世の堆積岩類である''。この丘陵の西側は、ベンガル湾からほぼ南北方向に北上する大構造線によって大きく陥没するため、堆積岩類は平野の地下に潜在する。

平野の地下構造は、英国地質調査所や最近の JICA による全国的な地下構造のデータ解析から、明らかにされたいい。 しかし、水理地質構造 (透水層や難透水層の区分)と堆積岩類の層序や地質時代の対比はまだ十分ではない。ここでは今まで明らかになった比較的浅い深度に分布する地層と地質構造について述べる。それは更新世末期から完新世に至る地質時代である。この時代の地層が、バングラデシュでは主な地下水の取水対象層である。

JICA (1974) はバングラデシュ平野のほぼ中央にあたる、ジャムナ川とガンジス川の合流点付近のボーリング調査の際、深度 110m で木片を採取し、28.320 年前の C^{14} 年代を得た 17)。その上位(深度 $90\sim100m$)に砂礫層があり、これは更新世末期(最終氷期、19.000 年前)の埋没谷に堆積する基底礫層と思われる。したがって、それ以浅の堆積物がほぼ第四紀の海進に伴う堆積物に相当する。それは、下位から中粒砂層(厚さ 30m)、細粒~中粒砂層(厚さ 20m)、その上位がシルト~細粒砂層(厚さ 30m)である。さらに、約 100 km南にあるクルナでは深度 40m まで地質が調査され、ジャムナ川の地下に分布する地層が連続して南に傾斜し、つながるものと推定された 18)。

一方、ジャムナ川からクルナを結び、その南の延長にあたるベンガル湾の海底地形に、深度 100m 以上まで明瞭な海底谷が認められる (Fig.5 に併記)。この海底谷と現在のジャムナ川を結ぶ方向に埋没谷 (Fig.5 の点線) が連続すると推測される。これを古ジャムナ川と新称する。その東、現在のガンジス川の河口沖にも、南北方向に深度 50m まで緩い傾斜の海底谷がある。この二つの谷は現在の陸地にある埋没谷の方向と連続すると想定される。谷が侵食され形成されたのは、海水準が現在より約 120m 下がった最終氷期に相当することは、上記の年代測定値から推定される。

西の海底谷が明瞭に残り、東の谷の傾斜が緩く、地形が不明瞭になっている違いは、谷の下刻後、海水準が上昇する地質時代にもたらされた堆積物の量の違いであろう。Fig.4に示すように西の谷の上流のクルナ周辺は、ガンジス川の右岸に弧状に伸びた何条もの自然堤防を作りながら吐き出された氾濫原堆積物により、比較的早い時期に埋没された'9'。そのため、古ジャムナ川の埋没谷を流下する堆積物の供給は早く絶たれた。しかし、ジャムナ川はガンジス川と合流して流路を東遷させながら東流を続けたため、東の海底谷は現在まで河川が供給する堆積物によって埋没され不明瞭になったと考えられる。この2つの埋没谷は、後述するように砒素に汚染された地下水の分布と深いかかわりをもっている。

Fig.5 は生活用井戸のなかで、基準値 (50 μ g/l) を超す 砒素汚染率が 60%以上の地域 (黒色域) を、地形等高線と 海底地形とともに示した図である²⁰。分布の北限は、現在 の地形標高 4m の等高線とほぼ一致し、標高約 1.5m 近傍を 南限としている。西隣のインドと国境を接する地域から東北東の方向に東隣のインド国境まで、約 100 kmの幅で帯状に 広がっている。

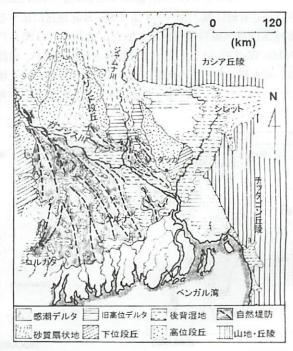


Fig.4 Geomorphologic map of the Ganges plain (simplified added to Oya,1993)

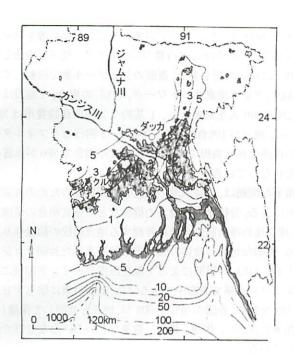


Fig.5 Arsenic contamination area in the Ganges plain (simplified from BAMWSP) &Submarine topography in Bay of Bengal and contours in elevation (m)

その帯は、2ヶ所で汚染率が20%以下の低汚染帯よって明瞭に途切れる。それらは、西は幅約30km、東側は幅10~20kmのほぼ北北西~南南東方向の溝状を示す。この溝が上記の古ジャムナ川の埋没谷(点線)と現在のガンジス川の流路とほぼ一致する。なぜ一致するのか今の時点で明快な答えは無い。1つ考えられる答は、埋没谷の基底には砂礫層と砂層など透水性のよい地層が連続するため、砒素汚染の少ない深度(最大100m前後)の井戸が多いためである。2つ目は、地下水の流動がよいため上位の粘性土に含まれる砒素が地下水中に溶解する還元状態になり難いことと関連があるのではないかである。いずれにしても今後の課題である。

バングラデシュにおける最終の海進(日本の縄文海進に相当)は、沿岸植物の花粉の研究から現地形標高の 3.5m 前後といわれている²¹。これが上に述べた分布の北限を考える本質的なヒントであろう。また、最終の海進時に 2度の停滞期があったことは世界的に知られており、とくに現海面下 30~40m 付近では 2000 年間ほど海水準が停滞した²²。この間にデルタが形成され、後背湿地や氾濫原が発達したと考えられる。葦などの湿原植物が堆積し、これが現在バングラデシュの地下 30~40m にみられる泥炭(ピート)層の起源であろう。このピート層は砒素に汚染された浅い地下水と深い関係があると考えられている²³)。このように第四紀末の海水準変動は、砒素を含む地下水と深い関わりを持っている。

3.3 地下水の利用

バングラデシュでは生活用水の 97%は地下水に依存している。河川水の浄水施設があるのは、ダッカ市の一部で

ある。乾期の農業灌漑と工業用水にも地下水が使われている。 生活用水の基本単位は 200/日/人だから、単純に計算すると、 約 2700 万 m³/日の地下水が生活用水に使われている。実際 には、100m 以浅の Dug well や Tube well は大半が悪い水 質にかかわらず飲用のみでなく、生活雑用水として使われて いるから、地下水の取水量はもっと多いであろう。全国に約 800 万本の井戸があるといわれている。

バングラデシュでは、深さ 100~150m を境に、Shallow well と Deep well を区別している。水理地質構造を反映して、井戸の深度は北に浅く、南に深くなる'5','6'。 北部でほぼ 80m以浅、中部で 150~200m、南部で 300m 以上である。地元の人力掘削機では、掘削孔径 4 インチで最大約 300m が可能である。南部では深さ 200m でも塩水浸入があり、井戸は深くなる傾向にある。被圧水頭は手押しポンプで 揚水が可能なほど高い。

農業灌漑や工業用の井戸は機械式掘削で、Deep well が多くポンプ揚水である。バングラデシュでは国土の 72%は、氾濫原沖積平野であるから、どこを掘っても地下水は得られる。問題は安全な地下水が得られるかどうかである。国土の南部では深さ 100 以浅の井戸では、砒素を含む地下水が出る可能性が高い。さらに、地下水開発が進んだ現在では、地下水位降下に伴う帯水層の間の漏水や、不完全な井戸の施工により、100m 以深の井戸からも砒素汚染が報告されている。

3.4 地下水の障害 砒素汚染

バングラデシュで地下水の砒素汚染が発見されたのは1993年である²⁴⁾。西隣のインド・西ベンガル州で発見されてから13年後である。それ以来多くの研究者が、汚染の原因や分布、そして安全な地下水の確保について数多くの研究や実践を重ねてきた。得られた多くの成果については他書に譲る²⁵⁾。

ここでは、汚染の現況と安全な地下水対策の進捗について述べる。それは、1998年より2006年6月まで行われたBAMWSP (Bangladesh Arsenic Mitigation Water Supply Project)である²⁰⁾。このプロジェクトは、水供給、保健と農業の3つの部門からなる。そのなかで、水供給部門は国の南半分を中心に、約495万本の生活用井戸の化学分析を実施した。それは、当初世界銀行が主導し、2003年に政府に移管された。地方政府とNPOを含む諸団体が郡単位で地域を分担し、砒素を検出する野外分析器によって、汚染状況を調査した。

その結果、全体の 29%の井戸で、 50μ g/ ℓ の基準値 (WHO の基準は 10μ g/ ℓ) を超すことが判明した 20 。単純に計算すれば、国の南半分に住む約 20 百万人が基準を超える砒素汚染の地下水を毎日飲んでいることになる。現在確認された砒素中毒患者は約 38,000 人である (朝日新聞、2006 年 8 月 31 日)。

バングラデシュはこの実態をもとに、本格的に対策を考える段階にあるが、現在決まっているのは、基準値を上回る汚染井戸の割合が80%を超える800村を、緊急対応村に指定

し代替水源を建設する計画である²⁰。

さらに、最近灌漑用の深井戸からも砒素が検出され問題 となった。従来砒素に強いとされた米からも砒素が検出され、国の根幹産業である稲作への影響も懸念され、調査が 始まっている。

3.5 地下水保全政策

バングラデシュ政府の水資源に関する最終的な将来目標は、ガンジス川 (パドナ川) からの導水である。同川の本流に堰を作り、下流に分水し導水することである。過去に調査・設計も行なわれたが、その規模の大きさと多額の建設費用から、具体的に計画が進んでいるとは思われず実現は困難であろう。

政府が公表した、水資源管理に関する政策とプランは次の通りである。水資源政策の基本となる『National Water Management Plan (2004)』では、次のような現状認識と将来予測を示し、対策を掲げている'5'。記述は個々に具体的であり、しっかりした内容になっているが、要は実行が伴うかどうかである。

①人口増加と早い都市化、②深刻な貧困、③砒素汚染がおよぼす農村への安全な水供給の困難さ、④そのことによる農業生産性や食糧自給減少の懸念、⑤洪水被害と貧困な下水処理による公害、⑥洪水は年間国土の 20%で発生し、ピーク時には60%に達する、⑦低平な土地は排水や土壌浸食を管理するのに費用を要する、⑧サイクローンは海岸部に被害をもたらす、⑨気候変動は洪水を増し、排水を困難にし、乾期の水需要を増大させる。

これらの問題にとりくむため、次の対応策を講ずる。① 水管理を地域に分散する、②費用の割合に応じた分担を求める、③費用の回収を課す、④私側や共同体の参画を促す、⑤新しい財政様式を立案する、⑥供給と分離した規則を作る、⑦義務の明確化と説明性である。これらは、既存の組織や行政主導の方法とかなり異なる自立を促す考え方である。

農村への安全な水供給に関しては、『National Policy for Arsenic Mitigation 2004 & Implementation Plan for Arsenic Mitigation in Bangladesh』が、政策から調査、代替水源、その組織化までかなり具体的に内容を述べている²⁶⁾。これは『National Water Policy、1998』と『National Policy for Safe Water Supply & Sanitation、1998』を補完している。

砒素対策は基本的に代替水源の確保である。その水源は、Shallow well, Deep well, 手堀りの池と自然の池 (三日月湖など) である。Deep well は砒素が基準以下のものが多く直接使用でき、一番信頼できる水源である。一方で、農業灌漑に深い井戸を使う側からDeep well で競合することを嫌う動きもある。

他の水源は曝気し、砂礫と砂のフィルター材でろ過し、 基準値以下になることを確認したうえで給水されている。 ろ過装置には政府の認定が必要である。しかし、池など地 表水は、植物性プランクトンが多く発生しろ過装置を目詰まりさせる。その洗浄に維持費がかさむため、使用を中止し元の井戸に戻った所もある。西部のジェソール県で活動している AAN (アジア砒素ネットワーク、NPO) の場合、1施設はほぼ 200~300 人を対象とし、1 基約 7 万円の建設費用は NPO が 90%、地元が 10%負担する。年に 2~3 回行なうフィルター材の洗浄は地元負担である。月に1度の割合で NPO が水質検査を行なっている²⁷⁾。

重要な問題は、代替水源の建設と維持管理のための共同体作りにある。分担金や労働力の提供などの運営組合の結成から、建設後の浄水施設を維持管理する地元住民の組織作りである。脆弱な地元行政体の強化策も組み入れた共同プロジェクトが、JICAの援助によって現在西南部のインド国境に近いジェソール県で実施中である²⁸⁾。 砒素対策に限らず日本の AAN を始め、各国の NPO や ODA が、地元と共同して保健(栄養指導を含む)、医療、衛生、農業などいろいろな分野で活動している。

4. 考えられる問題解決のシナリオ

(その3)では、アジアモンスーン地域に含まれるバックボ (ハノイ)とバングラデシュのガンジス氾濫原沖積平野における地下水の開発や利用、地下水障害とその対策、そして保全にいたる経緯を簡潔に整理した。ここでは、(その1)²⁹⁾で述べた関東平野における地下水の利用と、地下水障害が発生してからその利用を抑制し障害を緩和するに至った歴史的な道筋は、当地でも参考になる。

今回とりあげたバックボとバングラデシュの沖積平野において、地下水を適正に利用しながら地下水障害の緩和に役に立つ有効な施策のシナリオは次のようにまとめられる。(その2)の第3章で述べた(1)~(8)は共通した施策として当地にも適応できる³゚゚゚。ここでは両地域特有の問題点に対する軽減策について述べる。

・ハノイ・バックボ平野

- (1) バックボ平野では流域規模での地下水評価はまだなされていない。11 県からなる平野で何らかの形で地下水資源の量的な評価が行なわれているのは、ハノイ首都圏と Ha Tay 県、Nam Dinh 県など一部である。人口が集中するハノイは 100%地下水に依存しているため、政府関係者は今後の人口増加と都市化の影響で将来の供給増に対して危機感を持っている。基本的な数値目標を設定するため早急に実施する必要がある。
- (2) 水資源全般に係わる水資源法は制定されているが、地下水に関する法的な整備ができていない。そのため井戸の採掘や揚水等地下水開発に対して政府の管理が行き届いていない。この点についてベトナム国内の地下水関係者から制定の要求がある。
- (3) 地下水のヒ素汚染は、欧州の援助で本格的な調査が開始され現在も継続中である。ハノイでは地下水は1990 年代に入って本格的な利用が始まったため、今後地下

水の水質と病症についてモニタリングが重要である。

・ガンジスデルターバングラデシュ

バングラデシュでは地下水に対する依存度が高いため、安全な水の確保に向けて細心の注意が求められる。 長期的な展望と、現在発生している問題に対する応急の 対応策に分けられる。いずれも容易なことではないが、 次のような問題軽減の道筋が考えられる。

- (1) 水理地質構造の正確な把握をし、流域・地下水盆単位での地下水評価を行なう。この結果によって灌漑 用深井戸を含めた井戸の適正な配置やよう揚水量の 管理ができる基礎資料を整備する。
- (2) 今後の中毒被害の拡大を防ぐため、水源の地下水水質(特に砒素)を地域に密着した組織でモニタリングできる体制をつくる。
- (3) 劣悪な水質の代替水源を見直し、ろ過装置をできる 限り維持管理に手間と費用のかからない形に改善す る。
- (4) 代替水源の維持と運営のための地元の組織造りと適 正な財政支援をし、自助努力を促す営農から販売ま でを指導する。
- (5) 国内では南北の経済格差(北が低く、南が高い)の 軽減が政策の一つの課題である。このため、北部 (Barindo 台地など)で表流水によって灌漑し、農業 生産をあげることは、洪水調節や下流域の地下水の 人工涵養にとっても有益と思われる。これは、当平 野の水理地質構造をうまく利用した形になる。

謝辞

本研究には独立行政法人「科学技術振興機構」(JST)による戦略的創造推進事業(CREST)平成15年度採択課題「人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ」ーモンスーン・アジア地域等における地球規模水循環変動への対応戦略(研究代表者砂田憲吾教授)の一部の研究費を使用している。関係各位に厚くお礼を申しあげる。

(原稿受付 2007 年 11 月 02 日) (原稿受理 2007 年 01 月 04 日)

参考・引用文献

- Le, B. T. (1997) Vietnam, the Country and its Geographical Regions. Hanoi, The Gioi Publishers, p617
- Doan, V. C. et. al., (2005) Groundwater Resource of Nam Dinh Province. Journal of Geology, Vietnam, 25, Series B, pp. 31-42.
- Bui Hoc et. al., (2001) Groundwater and the Issues of Groundwater Management in Vietnam. Symposium on Groundwater Management in Hanoi, 2001.
- Bui Hoc et.al., (2005) Groundwater Management in Vietnam. Journal of Geology, Vietnam, 25, Series B, pp. 26-30.
- 5) Nguyen, V. D et.al., (2001) Evaluation and Management of Groundwater Resources for Water Supply in Hanoi City. Symposium on Groundwater Management in Hanoi, 2001. pp. 60-64.

- Berg, M. et. al., (2001) Arsenic contamination of Groundwater and drinking water in Vietnam. Environ. Sci. Technol. 35. pp. 2621-2626.
- 7) Giger, W. (2003) Environmental Analytical Research in Northern Vietnam - A Swiss-Vitnamese Cooperation Focusing on Arsenic and Organic Contaminations in Aquatic Environments and Drinking Water. Chimia, 57, 9, pp. 529-536.
- 8) MOI(—) Data from the North Hydrogeological Division(in Vietnam Environment Monitor, 2003)
- Luu, V. D. et.al., (2005) Results of Preliminary Study on Arsenic Pollution of Water in Viet Tri City, Phu Tho Province. Journal of Geology, Veitnam, 25, Series B, pp. 52-57.
- 10) MOI(2002)Dept Geology and Minerals, data from Yearbook on dynamics of groundwater(in Vietnam Environment Monitor, 2003)
- 11) 三本木健治 (2002) 水資源政策における法制度整備の意義.「水 資源分野援助研究会報告」JICA, pp. 39-79
- 12) Dao, H. Q. et. al., (2005) Water problem in the strategy for socio-economic development of Nam Dinh Province. Journal of Geology, Vietnam, 25, pp. 3-8.
- 13) Ministry of Water Resources, Water Resources Planning Organization(2001) National Water Management Plan. vol.1, Summary, p. 46
- 14) Reimann, K. U. (1993) Geology of Bangladesh (Beitrage zur Regionalen Geologie der Erde). Gebruder Borntraeger, 160pp.
- 15) Kinniburgh, D. G. and Smedley, P. L. (2001) Arsenic Contamination of Groundwater in Bangladesh. British Geological Survey Technical Report. WC/00/19, vol. 1-4.
- 16) APSU/JICA/Local Government Division (2006) Final Report on Development of Deep Aquifer Database and Preliminary Deep Aquifer Map. P. 152.
- 17) Chida, M. in JICA Report (1974) Study Report on Subsoil Investigation Works for Jamuna River Bridge Construction Project
- 18) 海津正倫 (1997) 世界の地形 (貝塚爽平編著). 第3章-2ガン ジスデルタの地形. pp. 108-120. 東京大学出版会. 東京
- 19) 大矢雅彦(1993)河川地理学.第 16 章プラマプトラージャムナ 川,. 古今書院,東京, pp. 170-194
- 20) Ogata, R. (2006) Personal communication, JICA Expert, Department of Public Health Engineering (DPHE), Bangladesh
- 21) Shahidul Islam, M. (2001) Sea-level Changes in Bangladesh: The Last Ten Thousand Years. Asiatic Society of Bangladesh, 185p
- 22) 貝塚爽平 (1979) 東京の自然史。239pp. 紀伊国屋、成瀬 洋 (1977) 日本列島の成り立ち、258pp. 同文書院など
- 23) 応用地質研究会ヒ素汚染研究グループ・宮崎大学地下水ヒ素汚染研究グループ (2000) バングラデシュ西部シャムタ村における地下水ヒ素汚染と水文地質的背景. 地球科学,54,2,pp.105

- 24) Khan, A. W. et.al. (1997) Arsenic Contamination in Ground Water and its effect on Human Health with particular reference to Bangladesh. Jour. Preventive and Social Medicine, 16, NIPSOM, pp. 65-73.
- 25) Rahman, A. A. and Ravenscroft, P. (2003) Groundwater Resources and Development in Bangladesh. Background to the Arsenic Crisis, Agricultural Potential and the Environment. Dhaka, The University Press Limited. P. 46.
- 26) Local Government Division (2004) National Policy for Arsenic Mitigation 2004 & Implementation Plan for Arsenic Mitigation in Bangladesh. P. 92
- 27) 対馬幸枝(2003)東部諸県代替水源視察記.(手記), Asia Arsenic Network (AAN), p6
- 28) 川原一之 (2006) 私信
- 29) 辻 和毅 (2006) アジアモンスーン地域・沖積平野の地下水利 用と保全政策の比較(その 1). 四万十・流域圏学会誌, 5,2、 pp. 42-50
- 30) 辻 和毅 (2007) アジアモンスーン地域・沖積平野の地下水利 用と保全政策の比較(その 2). 四万十・流域圏学会誌,(投稿 中)

-38-

<調査論文>

自然廃棄物を利用した水質浄化処理装置の開発

愛媛県立北宇和高等学校 生産食品科 草花専攻班*

1. 序論

「故郷の水を守り、広見川を世界一の清流に」をキャッチフレーズに、北宇和高校では、地域環境を見つめ、水質浄化の研究を平成15年より継続してきた。地元を流れる広見川は、日本最後の清流と称される四万十川の支流に属している。しかし、近年水量の減少、水質の悪化など、多くの課題が指摘されており図1の表でも分かるように、四万十川流では最も水質が悪いと言われている(図1参照)。

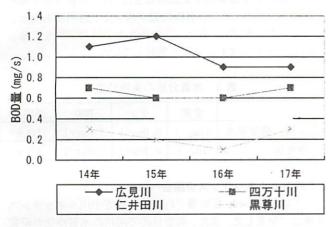


図1 四万十水系の BOD 調査

「広見川夢の会」会長、酒井先生と共同で、水質によって生息種類が異なり、環境指標生物として注目されているユスリカの生態調査を広見川で実施したところ、8年前に発見された、清流に住むトサユスリカを確認できなかった。

この様な背景もあり、ため池や河川の水質汚濁対策に取り 組んだ。

2. 研究材料と研究方法

2.1 竹炭浄化水プールベンチの開発

平成15、16年は、竹炭の持つ吸着効果を利用し、農業汚染水中のリンや窒素の除去を確認した。そして開発したのが、竹炭浄化水プールベンチである。竹炭浄化水プールベンチは、循環式を採用しているため、汚染水を川や地下に垂れ流す心配がなく、竹炭の水質浄化作用が一層、効果的である。この方式を導入した農家の近隣のため池では、水質が改善されている。また、この活動は県内の環境保護活動を顕彰する「あいテレビ三浦保環境賞」にて、奨励賞を受賞した。

2.2 河川の水質調査

17年からは、広見川の水質浄化対策に取り組み、水質、

生物、汚染源を調査した。その結果、広見川は、三間川の水質悪化が影響し、汚染されていることがわかった(表 1 参照)。三間川は窒素やリンが多く、富栄養化しており、汚れた川に生息するセスジュスリカも発見された。また、有機物の有無が分かる BOD の数値も高い状況である(表 2 参照)。

表1 広見川の水質調査

	窒素	リン	生物	BOD	透明度
上流	0.2mg/1	0.01mg/1	1	1 mg/1	12m
中流	0.2mg/1	0.01mg/1	1	1 mg/1	7m
下流	1.0mg/1	0.05mg/1	2	2mg/1	4m

※下流は、三間川との合流地点

表 2 三間川の水質調査

	窒素	リン	生物	BOD	透明度
上流	1.0mg/l	0.06mg/l	2	2mg/1	5m
中流	0.7mg/1	0.10mg/1	2	2mg/1	8m
下流	3.0mg/1	0.10mg/1	2	3mg/1	3m

さらに、メダカを用いた毒性試験(図2参照)により、合成洗剤に含まれる界面活性剤の存在も確認した。



図2 メダカを用いた毒性試験

2.3 調査、試験結果の考察と今後の研究目標、計画

従って、三間川の富栄養化の原因は、窒素やリン、界面活性剤を多く含んでいる生活排水と有機物を含んでいる畜産 排水と考察した。

[·] 愛媛県立北宇和高等学校 (c/o 河添晋悟) 〒798·1397 愛媛県北宇和郡広見町近永 942

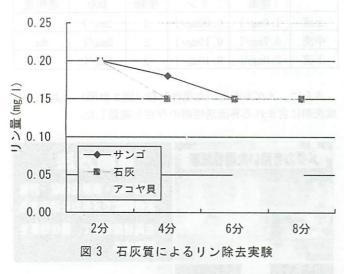
四万十川の水質浄化の観点から、広見川の汚染源の把握に次 ぐ課題として、水質処理装置の考案は、重要なテーマである といえる。そこで、①水質処理装置を考案し、河川への設置 ②多くの河川活動に参加し、流域住民の環境保護活動の振興 を図ることを目標とし、以下の計画を立てた。

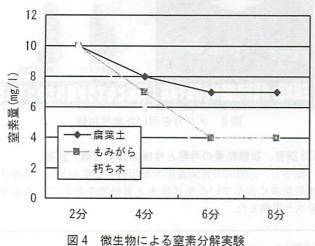
- ①生活排水、畜産排水の抑制に効果的な水質処理装置の開発 ②水質処理装置の河川への設置
- ③四万十川流域の環境保護意識を高めるため、流域の振興を 図る

2.4 水質浄化処理装置の開発

そこで、窒素、リン、有機物の抑制対策に取り組み、独自の水質処理装置を開発した。この装置の特徴は、地元産業から出る自然廃棄物を再利用し、合成化学素材に頼らないことである。真珠生産で廃棄されるアコヤ貝は過剰なリンを、椎茸のホダ木中で増えた微生物が、窒素を分解するなど、比較試験を繰り返すことで効果を確認した(図3、図4参照)。また、竹炭の多孔質性による有機物、界面活性剤の吸着効果も確認した。

その方法は、1層目、2層目でリンや窒素の除去、3層目では、有機物や界面活性剤を吸着させる。また、この層では愛媛県工業技術センターが開発した「えひめ AI-1」を点滴灌水することで、有機物質の分解を促進させる。さらに過去、開発した蓄電型太陽光発電システムを組み込んだエアポン





78 年 4 日 アコヤ貝をバウダー化 Werds Lengt 2 アコヤ県 することにより、リンの で、 施術企でがかに置か 吸着面積を大きくする り高い効果を無揮する [2001-1] &500 嫌気的条件の下、ホダ木 288 tacktimadh 中の脱窒菌の働きにより 就多位 開心促進 窒素をガス化 竹炭の多孔質性は有機 聞っ聞することで 288 物等の吸着と好気性微 物质尼住地好気性 份 麗 生物の定着による生分解 福建物を居住化

図5 水質処理装置の仕組み

プで空気を送り込むことにより、好気性微生物を活性化させる(図5参照)。

この装置に家畜排水や生活排水を流入し、水質分析を実施 した結果、窒素、リン、有機物質が減少し、透明度も向上し ていた(表3参照)。また、この浄化水で成育試験を実施し た結果、メダカは1ヶ月以上生存している。

表 3 水質分析の実施結果

	窒素	リン	BOD	透明度
生活、畜産廃水	10mg/1	3.0mg/1	8.0mg/1	20cm
浄化後	1mg/1	0.1mg/1	2.0mg/1	80cm

2.5四万十ルネッサンス協議会への参加

この取り組みは、高知県で行われた四万十川ルネッサンス協議会で発表した。また、同じ目的で河川の水質浄化の研究に取り組んでいる高知県立四万十高校と協同プロジェクトを進めていくことになり、県境を超えた連携の輪が広がった。しかし、開発した水質処理装置は、毎分10リットルと処理能力が低いため、最も効果を発揮する設置場所の重要性を指摘された。

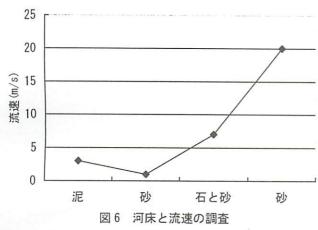
2.6 設置場所の調査と水質浄化処理装置の設置

四万十高校の研究によると、汚染物質は水中よりも川底の方が高濃度であると確認されている。そこで、三間川の河床、水深、流速を調査し、汚染物質が蓄積される状況を観察した。その結果、河床が砂であるほど、流速は緩やかになり、汚染物質が沈殿していることを確認した(図6参照)。また、その影響は水深が浅いほど顕著であり、三間川は、水量が少なく川砂が多いため、汚染されやすい環境にあることがわかった(図7参照)。以上のことより、汚染物質が蓄積されやすい条件は、河床に砂が多く、水深が浅い流速が緩やかな川底ということになる。

そこで、汚染条件を備えた、水のたまり場になる箇所を見つけ、水質処理装置1号機を設置しました。さらに、後日「えひめ AI-1」を使用しない2号機も設置した(写真1参照)。

2.7四万十流域圏学会・学術研究発表会に参加

こうした活動により、四万十流域圏学会・学術研究発表会



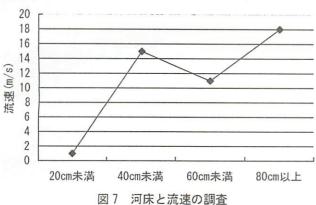




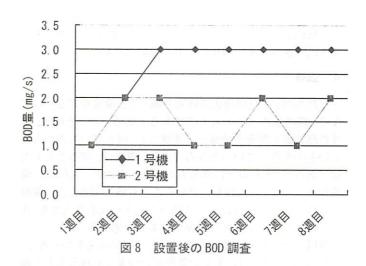
写真 1 水質処理装置 1 号機·2 号機

において、河川浄化の実践的研究として招待を受け、研究内容を発表した。コメンテーターの一人、高知工科大学、村上雅博教授から、日本だけでなく途上国にも導入可能な、自然との共生を目指した素晴らしい研究であると高く評価していただいた。

2.8 装置設置後の水質調査と結果及び考察

一方、水質処理装置1号機、2号機設置後、2ヶ月にわたり水質調査を実施した。その結果、2週間目をすぎた頃から1号機の有機物の分解能力が弱まっている(図8参照)。そこで、1号機、2号機の竹炭層の微生物が消費する酸素量を比較したところ、1号機の酸素消費量が低下していた(図9参照)。

この原因は、継続して調査していく。また、2号機の周辺



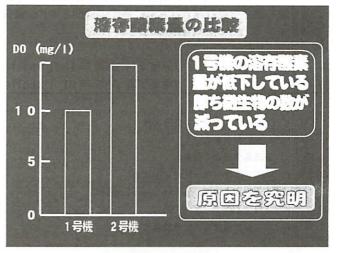


図 9 溶存酸素量の比較

では、トサユスリカを発見し、昔の清流が蘇りつつある。

2.9 環境保護活動

私たちは、河川の環境保護のためには、流域住民の意識改革も重要であると考え、以下の啓発、環境保護活動を実施した。

- ①水質処理方法の講習会の実施
- ②パネルの作成と掲示
- ③河川浄化活動をまとめたリーフレットの作成
- ④アユの稚魚放流活動
- ⑤各種フォーラム・シンポジウムで発表
- ⑥環境保護意識アンケートの実施
- ⑦小学生や中学生への河川活動への呼びかけ
- ⑧広見川をきれいにする協議会への参加

3. 成果

四万十川流域の環境保護のために活動してきたプロジェクトは「産・学・官・民」の連携により、以下の成果をあげることが出来た。

①広見川、三間川の汚染源を突き止め、汚染物質の抑制に効果的な水質処理装置を開発し、設置することが出来た。

②学会等を通じて研究成果を発表することで、流域の親交を 深めることが出来た。

今後は、3号機、4号機と水質処理装置を設置し、水質検

査を継続していく。また、「汚さない川」創りのためにも流 域住民の意識改革に積極的に努めていきたい。

4. 追補

私たちは、広見川浄化の研究を通して、環境を守るだけでなく、環境を作ることも大切であると気付いた。それは、水質処理装置の開発や地域との連携など、何も無いものから新しいものを作っていったからである。環境は、守ることも大切であるが、それ以上に作るものであったのだ。さらに、「環境作り」とは、「人作り」であることも強く実感した。環境を守り、育てることは、そこに息づく人々や交わる人々を「作る、育む」ことが真の環境保全であると感じる。

環境を守るため、農業高校生として何が出来るかと考え、 立ち上がった私たち。美しい景色がいつまでも残ることを願い、先輩の熱意を受け継ぎ、さらに多くの仲間と共に、最後 の清流を支えるべく、情熱を傾けていく。

> (原稿受付 2006 年 10 月 31 日) (原稿受理 2007 年 01 月 21 日)

参考文献

- 1) 竹炭・竹酢液の利用事典
- 2)四万十川清流基準調査手引き書
- 3)四万十川にごり浄化機構解析研究が概要
- 4)四国の四万十川流域で採取したユスリカについて
- 5)四万十川流域で1998年に採取されたユスリカについて
- 4)四万十方式 (自然循環方式) 最終報告書

<調査論文>

川の水と川底の水の因果関係

山本真佑良* 佐々木亮* 田将平* 西山満 ずみ* 智 田辺樹 智 政 治 小野

1. はじめに

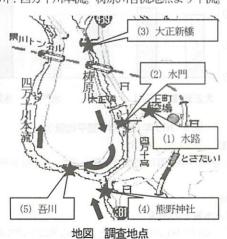
私たち自然環境部は、創部以来四万十川の水質や環境調査を 行ってきた。水質調査を行っていく中で、季節と水質の関係や 人為的影響など、様々な関係について発見することができた。 その中で、あまり汚れていないという結果が出るにもかかわら ず、異臭がすることや川底に泥が溜まっていることから、水質 調査のデータには表れない汚れを感じることがあった。そこで、 私たちは川底に汚れの原因があるのではないかと考え、今回川 の水と川底の水を分析しようと考えた。

2. 四万十高校周辺の水質調査

私たちは月に一度四万十高校周辺(旧大正町内)の川及び水路 で水質調査を行っている。 平成 15年4月~平成17年3月まで の2年間、継続的に調査を行い、データを分析した。 大正町内の 生活排水が及ぼす四万十川への影響や、本流四万十川と支流の 梼原川の水質を比較するために5地点を選んだ。

2-1. 調査地点

- (1) 水路:旧大正町の生活排水が流れるコンクリート三面張 りの水路。水量が少なく、異臭がする。川底には藻類が 見られ、その両端に雑草が生えている。
- (2) 水門:水路の水と四万十川の支流である梼原川が合流す る地点。フサフサとした茶色の藻類が時々見られる。
- (3) 大正新橋: 梼原川で水門より上流。川の流れはとても穏 やか。
- (4) 熊野神社:四万十川本流で、支流の梼原川との合流地点
- (5) 吾川:四万十川本流。梼原川合流地点より下流。



2-2. 方法

- (1) 容器に不純物がついていると測定結果が正確でなくなるの で、容器を採水場所の川の水ですすぐ。また、浅瀬だと水 の移り変わりがあまり無いので、水深30cm以上の所で採水 する。
- (2) 採水した時の天気・時刻・気温・水温・川幅・流れの速さ・ 川やその周辺の様子などを紙に記録する。
- (3) 持ち帰ったらすぐに冷蔵庫に入れ水の状態が変わらないよ うにする。

2-3. 測定項目

- PO。(リン酸イオン)→洗剤や肥料に含まれる。
- NH。(アンモニウムイオン)→腐敗した生物や肥料および畜産排 水に含まれている。
- NO。(硝酸イオン) →肥料に含まれている成分で、水中でNH₄が 酸化したものである。藻類の栄養素になる。
- DET (アニオン活性剤) →界面活性成分であり主に洗剤などに含 まれる。
- COD (化学的酸素消費量) →水中に含まれる有機物量を示してい

2-4 結果

(1) 各調査地点、各測定項目別に平成15年4月~平成17年3月 までの2年間のデータを分析した。

(1)NO, & COD

NO。は春と秋から冬にかけて数値が高い(図1参照)。COD は、春から秋にかけて数値が高い(図2参照)。この結果は 全ての場所においてあてはまる。

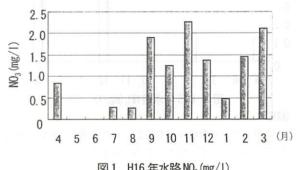
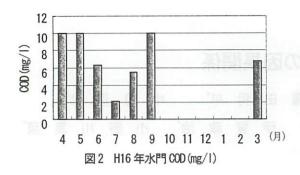


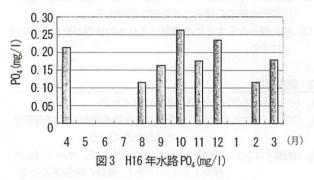
図 1 H16 年水路 NO₃ (mg/l)

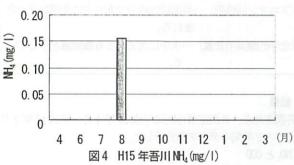
高知県立四万十高等学校 (c/o 小笠原理佳) 〒786--0301 高知県高岡郡四万十町大正590-1

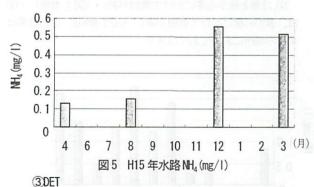


2PO4 & NH4

 PO_4 は水路だけ NO_3 の数値が高い時に検出される(図1,3 参照)。他の場所ではあまり見られない。 NH_4 はH15年の8月に全ての場所において検出される(図4 参照)。しかし、水路では8月以外でも検出される(図5 参照)。H16年はあまり見られない。

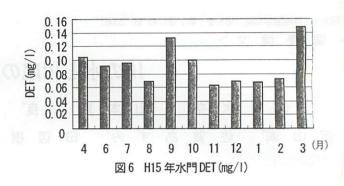






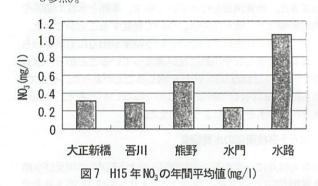
場所によって数値は異なるが、どこの場所においても2 年間を通じて一定に検出される(図6参照)。

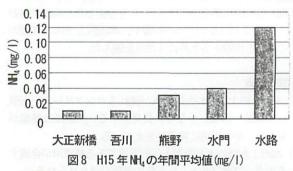
(2) 各測定項目別に年間平均値を計算し、その値を各調査地点ごとに比較した。



1NO3 & NH4

H15年H16年ともにあきらかに水路での数値が高い(図7,8参照)。





2DET

大正新橋と吾川での数値が高く、合流手前である熊野の 数値が低い(図9参照)。

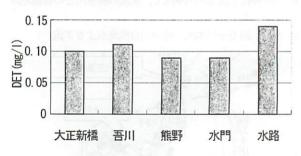


図 9 H15年DET の年間平均値(mg/l)

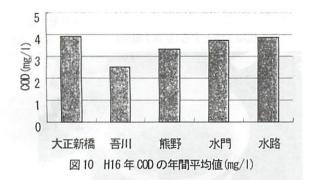
300D

5箇所の中で吾川の数値が最も低い (図10参照)。

2-5. 考察

(1)季節と水質との関係

全ての場所でNO₃の数値が春と、秋から冬にかけて高いのは、 川の水量が少なくなる時期と一致しており、また春には米や



夏野菜の苗や種を植え、秋から冬にかけては、ビニールハウスで野菜などを栽培したり、来年に向けての田んぼ作りでたくさんの肥料を使ったりするため、この時期に農業排水が多く流れ込んでいるからだと考えられる。また川に流れ込んだ落ち葉などが、気温が上がるにつれて腐食し、溶け出したNH、が酸化され3月頃からNO。が検出されるのではないかと考えられる。

COD の数値が春から秋にかけて高いのは、この時期は気温が高く微生物が増え、それが有機物として COD の数値にあらわれているのではないかと思われる。

(2)調査地点と川との関係

NO。やNH。の数値が高い水路は、水量が少なく、旧大正町内の飲食店や民家などから出る家庭排水が流れ込んでいるために値が高くなったと考えられる。

DETでは合流前の熊野の数値が低いのに比べて、梼原川の 大正新橋と合流後の吾川の数値が高いのは、梼原川から旧大 正町の家庭排水・洗剤が流れ込んでいるからだと考えられる。 COD の数値は意外な結果となった。吾川では異臭がしたり

CODの数値は意外な結果となった。吾川では異臭がしたり 泡が浮いていたりするのに他の調査場所よりも低い値となった。また、この場所は石に泥がかぶっていることも多い。 去年の研究でも吾川のように、実験結果の数値として表れない川の汚れを何度も感じたので、私たちは川底に汚れの原因があるのではないかと考え川底の水と川の水の水質調査を行った。

3. 川の水と川底の水の水質調査

私たちは川の水と川底の水の水質を比較するために3種類の水を用意した。1は川から直接採水した水、2目は各調査場所から川底の土を採取し、その土と蒸留水をバケツに入れそこから土中採水器を使って採水した水、3目は川に穴を掘り、土中採水器を埋設して採水した水である。この3類の水の汚濁を調べるために過マンガン酸カリウム滴定法でCODを測定した。採水日は9月17日と10月10日の2で、調査地点は佐賀取水堰(通称:家地川ダム)の上流下流の川底の違いについて調べるために下記の5地点を選んだ。

3-1. 調査地点

(1) 調査地点1・佐賀取水堰の約2km上流(以後、家地上とする) 家地上は、佐賀取水堰の上流ということで、水量があり流れ も遅く、他の地点と比べ水深が浅く、有機物がたまりやすい場 所である。また川底は石や砂利が多く、泥は川底の石の上や、 大きい石の下によく見られ川底の石の上にも泥がかかっている。 採取した泥からは異臭がした(写真1参照)。



写真 1 佐賀取水堰の約 2km 上流

(2) 調査地点 2・佐賀取水堰の 500m 上流(以後、家地 500 とする)

この家地500 は泥が多く堆積している場所である。また近く に小川が流れており、そこから生活排水が流れているので、人為的 影響もあると見て調査地点に選んだ。川底を歩くと気泡が浮きあが り、腐敗したような異臭もする(写真2参照)。



写真2 佐賀取水堰の500m上流

(3) 調査地点3・佐賀取水堰の直上(以後、家地直上とする)

家地川ダムの直上は、水を堰き止められて雨が降る時以外は放流せず、あまり水の入れ換えがないので、有機物や泥が多く沈殿していると考え選んだ。川底の泥は粘り気があり、水の汚れの変化も著しく、毎回変化があり、調査地点5つの内最も水温が低い場所である(写真3参照)。

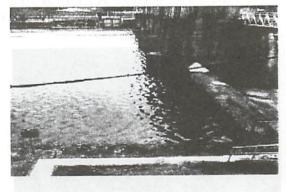


写真3 佐賀取水堰の直上

(4) 調査地点 4・佐賀取水堰の直下(以後、家地直下とする)

家地川ダムの直下では、直上で沈殿していた有機物や泥が、放 流により川にどのような影響を与えているか調べるため選んだ。 川岸には砂利が多く、泥の量は比較的少ない。川の中央の底質を 調査したかったが、水深がとても深いので摂取できなかった (写真4参照)。

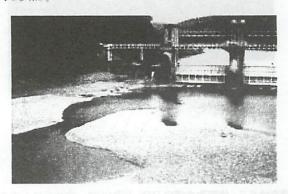


写真4 佐賀取水堰の直下

(5) 調査地点 5・佐賀取水堰の約 5km 下流(以後、家地下とする)

家地下は他の地点の水質がどう影響しているか、また約5kmの間に農業・家庭排水の影響をどう受けているかを調べるために選んだ。川底には砂利しかなく、5地点の中で唯一泥が採取できなかった場所である(写真5参照)。



写真 5 佐賀取水堰の約 5km 下流

3-2. 実験と方法

(1) 模擬土壌から採水

①実験器具

器具: 硼珪酸ガラスフィルター式土中採水器 (株式会 社藤原製作所) (写真 6 参照), ビーカー, 電子天 秤, 薬さじ

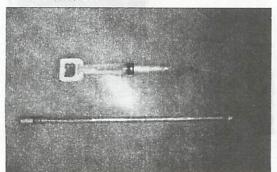


写真 6 硼珪酸ガラスフィルター式土中採水器

2実験方法

i)各調査場所から採取してきた土2400gをバケツに入れ、

蒸留水3000ml を加え、かるく撹拌し10分間静置する。 これを模擬土壌とする(写真7参照)。

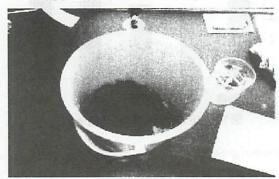


写真7 模擬土壌

- ii)採水する部分に穴をあけ、そこに土中採水器のフィルタ 一部を差し込む。
- iii) ポンプを引き、ストッパーでとめて減圧を維持し採水する (写真8参照)。



写真8 模擬土壌から採水

(2) 川底から採水

模擬土壌の実験では蒸留水を混ぜるため、実際の結果より もCODの値が低くなり誤差が出やすくなるので、調査地点の 川底に直接土中採水器を埋設し、川底の水を採水した。

①実験器具

硼珪酸ガラスフィルター式土中採水器、スコップ

②実験方法

- i)川底をスコップで深く堀り、そこに土中採水器のフィルター部を差し込み埋める。
- ii) ポンプを引き、ストッパーでとめて減圧を維持し採水する(写真9参照)。

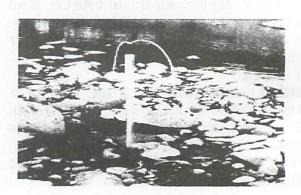


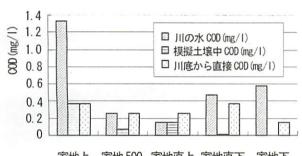
写真9 川底から採水

(3) 過マンガン酸カリウム滴定法

分光光度計はpHや温度の影響を受けやすく、濃度が低すぎたり高すぎたりすると精度が悪くなるので、過マンガン酸カリウム滴定法で COD 値を調べることにした。

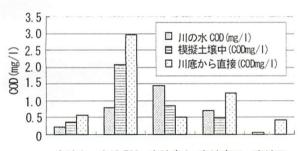
3-3. 結果

(1)過マンガン酸カリウム滴定法によるCOD測定の結果(図11、12、13参照)



家地上 家地 500 家地直上 家地直下 家地下

図11 9月17日



家地上 家地 500 家地直上 家地直下 家地下

図12 10月10日

家地上 家地 500 家地直上 家地直下 家地下 図 13 2 日間の平均

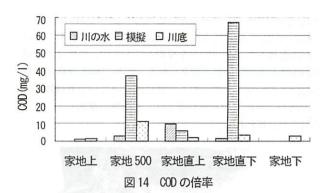
(2) 川の水と川底の水の COD 値の対比 (%) (表 1 参照)

表1 川の水と川底の水の 000 値の対比 (%)

	家地上	家地 500	家地直上	家地直下	家地下
9月17日	27	99	172	78	26
10月10日	262	371	35	170	681
平均	52	228	41	115	91

(3) 1ヶ月間の変化の倍率(図 14 参照)

0



(4) 家地500、家地直上の土の観察(倍率×150)(写真10、11参



写真10 家地500の土

写真 11 家地直上の土

3-4. 考察

(1) 川の水と川底の水の比較

図 11 と図 12 の測定結果の平均のグラフは、家地 500 と家地 直下で川底の水の COD 値が川の水よりも高い値となっている。この 2 地点は、流速があまりないため、川底に土や有機物が溜まりやすい場所だということが言える。また特に家地 500 は、ほかの地点に比べ異常に川底の COD 値が高いことから、水中よりも川底の中に有機物が多く含まれているということが分かった。この場所は、5 地点のなかでも特に汚れを感じる場所であり、私達が予想していた結果と一致していた。

家地直下と家地下の川の水と川底の水の COD 値がほぼ同じ結果になったのは、石が大きく、川底の水を採水した時に川の水と混合されてしまったためではないかと思われる。

(2) 9月と10月の測定結果を比較

9月17日は、9月6日の台風の影響でやや増水していたために、川底の COD 値は、各地点とも 0.2mg/1 前後と比較的低い値が得られた。ただし、家地上については川の水の COD 値が何らかの原因で高かった。

図 12 の結果はすべての地点で、図 11 の結果よりも川底の水の COD 値に高い値が得られた。このことから、9月 17 日~10月 10 日の間は雨がほとんど降らなかったため水量が比較的安定し、川底に土や有機物が蓄積しやすかったということが考えられる。

(3) 家地500と家地直上の川底

図11と図12の測定結果を比較し、COD値の倍率を求めた。そこで、模擬土壌の水に着目すると家地500では倍率が高く、家地直上では低くなっていることが得られた。2カ所の距離はあまり離れていないのに、どうしてこのような結果になったのか疑問に思い、土を顕微鏡で観察した。すると、家地500は粒子が細かいものと大きいものがあり、色は灰色のようであった。家地直上の土は、一つ一つの粒子が細かく、色は茶色だった。このことから、家地500と家地直上の土は違うものだということが得られた。家

地直上は降雨時に横にある山の土が流れ込み(写真12参照)、 それが上流から流れてきた土の上に蓄積したため、私たちは 上部に蓄積した山の土のみを採取してしまい、このような結 果が出たのではないかと考えられる。また、家地 500 の川底 からは気泡が発生していた。川底に溜まっている有機物の上 に上流から流れてくる土が溜まり、有機物が腐敗して出てく るものだと思われる。

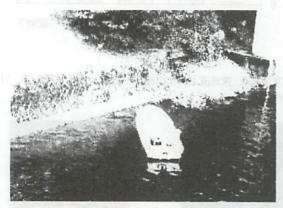


写真 12 降雨時に山の土が流れ込んだ地点(家地直上)

(原稿受付2006年12月13日) (原稿受理2007年01月22日)

参考文献

- a) 「水の分析」日本分析化学界北海道支部編 化学同人発行
- b) 三重大学生物資源学部

http://www.bio.mie·u.ac.jp/junkan/busshitsu/lab5/japanese/lecture/03ex txt/03xt5.html

四万十・流域圏学会 第7回総会・学術研究発表会のお知らせ

四万十·流域圈学会第7回学術大会実行委員会 実行委員長 北條正司

平成19年5月26日(土)に高知大学(高知市、朝**倉キャンパス**)で開催される、四万十・流域圏学会<u>第7回総会・学術研究発表会</u>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。

<特別講演および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26日(土)第7回総会・学術研究発表会:高知大学メディアの森(付属図書館)6Fメデイアホール

9:00~ 受付

9:25~9:30 開会挨拶〈高知大学理学部長 川村和夫〉

9:30~11:10 企画セッション: 水の利用 -土佐の自然と地域産業-

原田哲夫(高知大学教育学部) 「水をあやつる昆虫―アメンボの知恵と生態―」

溝渕泰司 (ニッポン高度紙工業) 「製紙業における水の高度利用」

能勢 晶(酔鯨酒造) 「酒造りと水の役割」

小川俊夫(元小学校教諭) 「利水・治水と野中兼山」

宮川敏彦(氷室まつり実行委員)「よみがえった氷室のはなし」

(11:10~11:20) 休憩

11:20~12:00 総会

12:00~13:25 昼食・ポスターセッション(メディアホールロビー)

(13:25~13:30) 休憩・移動

13:30~14:20 特別講演「(仮題)ホタル点滅の不思議―地球の奇跡―」 横須賀市自然・人文博物館 大場信義 (元学芸員)

(14:20~14:30) 休憩

14:30~15:50 ユースセッション, 小学生, 中学生, 高校生の研究発表

(15:50~16:00) 休憩

16:00~18:00 一般セッション・講演

18:00~18:05 休憩

18:05~18:35 企画セッション: 四万十かいどう(四万十活性化小委員会)

18:35~18:40 閉会挨拶〈本学会会長 今井嘉彦〉

19:00~20:30 懇親会(高知大学学生会館生協食堂イクス)

5月27日(日) 10:00~12:00 ホタルが生息する自然環境の観察

ご指導はホタルの研究家、大場信義先生です。当日は、南国市奈路または高知市鏡川でカワニナを観察し、自然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 <特別講演および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 4000 円、 学生(大学院生を含む) 2000 円。高知大学学生会館生協食堂(イクス)。
- 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(高知大学・朝倉キャンパス)への交通手段(別紙参照)
- 4. 総会・学術研究発表会に関するお問い合わせ

四万十·流域圈学会第7回総会·学術研究発表会 実行委員長 北條正司 〒780-8520 高知市曙町2丁目5-1 高知大学 理学部 物質科学科 北條正司

Tel. 088-844-8306, Fax 088-844-8359, E-mail: mhojo@cc.kochi-u.ac.jp

5. 学術研究発表会原稿の募集と提出について

第7回学術研究発表会(5月26日、高知大学)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

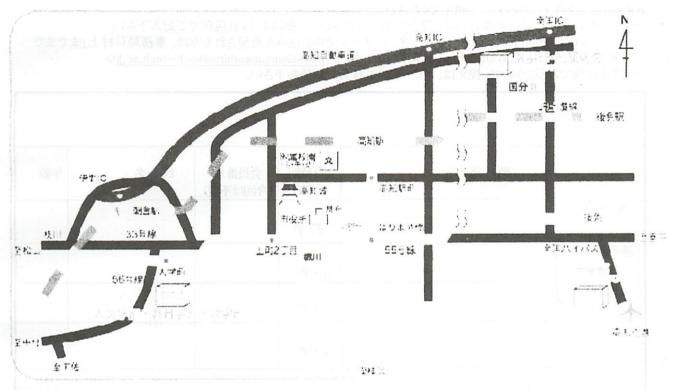
- ① 期限:平成18年4月27日(金)必着<電子メールの添付ファイル(Microsoft WORD)での投稿を歓迎します>
- ② 郵送先・電子メール宛先:

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

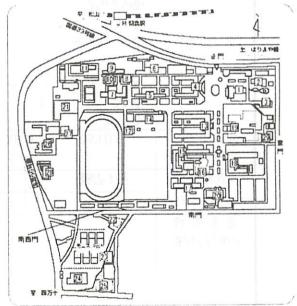
TEL; 0887-57-2418, FAX; 0887-57-2420, E-mail; murakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp

- ③ 原稿枚数: A4版、2ページ(ロ頭発表・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 フイルムまたは A4 用紙に印刷したもの(映写できます)の準備も忘れずにお願いします。ポスター発表は要旨の他、各自のポスター(最大 A0 サイズまで)を準備いただき会場にお持ち下さい。
- 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。
- ① 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。



- 高知大学(朝倉キャンパス)までの所要時間 ●
- ▼ 高知龍馬空港から ・車で約45分・空港バスで約50分
- ▼ 高知駅から ・車で約 20 分 ・バスで約 25 分
- ・路面電車で約30分 朝倉(高知大学前)下車 すぐ
- ・土讃線下り15分 朝倉駅 下車 徒歩3分
- ▼ 高知インターチェンジから ・車で約30分
- ▼ 伊野インターチェンジから 車で約5分



第7回学術研究発表会(2007年)研究発表申込書

- ・※印内は該当するものを○で囲んでください。
- ・但し、連名者で非会員の場合は正、学とも消してください。年齢は4月1日現在でご記入下さい。
- ・ この WORD File に記入してインターネット・メールで申し込みを希望される方は、事務局(「村上」までまで研究発表申し込用 WORD File を請求して下さい。〈murkakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp〉
- ・提出は1枚でけっこうです。控えは、コピーしてご自分でお持ち下さい。

		0.12				
	勤 務 先	100 per - 1000 17 d 1	会員種別(※)	会員番号 (今回は不要)	氏 名	年齢
発 表 者			正·学			
連名の場合は登壇者の		122	正·学		ar I II accor	
氏名の前に ○をつける	il i		正·学			
B. area			正•学			
連絡先	連絡者氏名: 住 所: 〒					
	TEL: () FAX: () E-mail:					
発表用機材 (○をつける)	FAX: () E-mail:	Ŧ.		U的一种不为 ne decode	制 - 会 08 (第7 開業制 - 会 2.1 以 2.2 (2.2 - 年 - 以 カー	
	FAX: () E-mail:	Ŧ.	-クター(Windo	ws) (3)ポス	制 - 会 08 (第7 開業制 - 会 2.1 以 2.2 (2.2 - 年 - 以 カー	・ 高部 日 ・ 高部 円 ▼ 本の へ マ 伊賀 なメ

以下の枠内は記入しないでください。

ジャンル	No.	会 場	発表時間	備考

絶滅危惧植物(ベニオグラコウホネ・ナガエミクリ)の生態環境特性と河川環境管理 -高知県奥田川を対象として-

○坪田 恵美 (高知工科大学・大学院)、馬淵 泰 (高知工科大学)、村上 雅博 (高知工科大学)

1. 背景

奥田川は高知県いの町八田・池ノ内地区に位置し、仁淀川中下流左岸の支流の一つである。当地域では、1975年、台風5号による大雨により237戸の住宅(120ha)が浸水する災害が発生した。これを機に、3年後の1978年に治水を目的とした小規模河川改修事業が認可され、現在に至っている。河川改修事業を行う過程で、建設省の通達「多自然型川づくりの推進について」(1990年)や河川法の改正(1997年)では、「治水・利水」に加えて、「環境保全」と「住民参画」という新たな目的が加わった。さらに、流域住民の環境意識が高まり、奥田川においては絶滅危惧植物(ベニオグラコウホネ・ナガエミクリ)が確認されたため、環境保全にも配慮した新しい河川改修計画の全般的な見直しが必要となった。現在では、多自然型川づくりの概念を導入した河川改修や行政・住民・学識経験者等による意見交換会が行なわれ、エコトープの導入を検討している。しかし、エコトープ内への移植を確実にするためには、絶滅危惧植物の生態水理環境を明確にし、ミティゲーション手法を適用して移植後の絶滅危惧植物の持続的な保全を行うための検討が不可欠である。

2. 目的

本研究の目的は、奥田川のエコトープ導入時に絶滅危惧植物の移植を確実に行うため、絶滅危惧植物の 生育環境を明確にし、水質環境の視点から留意点を提示することと、絶滅危惧植物を持続的に保全するため の河川環境管理モデルを提案することである。

3. 水質と絶滅危惧植物の調査

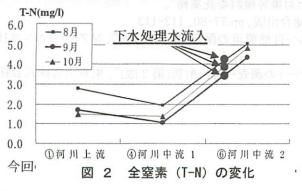
奥田川の中流部では、天王ニュータウンから下水処理水が流入している。そこで下水処理水流入前後の河川の水質環境に着目して、水質と絶滅危惧植物(ベニオグラコウホネ・ナガエミクリ)の調査を行い、両者の関係を明確にする。

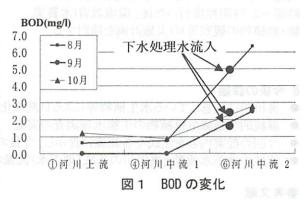
水質調査は、下水処理水の流入前後の川の水を採水し、代表的な水質指標であるBOD、全窒素(T-N)、リン(PO₄-P)等について月一回の頻度で水質分析を行なった。同時に絶滅危惧植物(ベニオグラコウホネ・ナガエミクリ)の生育数や生長量の変化及び生育場の水深・流速等を測定した。

4. 水質と絶滅危惧植物の結果と考察

河川の代表的な水質指標の BOD、全窒素(T-N)、 リン(PO₄-P)は、下水処理水流入後の濃度が高く、富 栄養化傾向を示している。しかし、中流 2 地点付近に はベニオグラコウホネが生育し、またその地点より下流 にも絶滅危惧植物が生育しているため、富栄養化傾向 であっても生育できると考えられる。

また、全窒素(T-N)とリン(PO₄-P)に関して上流から 中流 1 にかけて濃度が低下している。その理由として 1)水生植物による全窒素(T-N)やリン(PO₄-P)の吸 収・吸着効果、2)地下水が奥田川へと流れ込んでいる ことによる河川水質の希釈効果の2点が考えられる。





PO₄-P(mg/l) 1.6 ---8月 1.4 下水処理水流 --9月 1.2 ▲ 10月 1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0.0 ①河川上流 ④河川中流 1 ・ナガ リン (PO₄-P) の変化

を受けてはいない。しかし、生命力の強い周辺の植物が富栄養化の影響により急成長し、絶滅危惧植物(ベニオグラコウホネ・ナガエミクリ)の生育場を侵食している。

5. エコトープ導入に関する留意点

エコトープ内へ絶滅危惧植物を定着させるためには、他の植物からの侵食を防ぐ適切な護岸の植生環境管理が必要である。そこで、絶滅危惧植物を保全するためには、将来の河川環境管理に向けての管理体制や運営モデル等の検討が必要と考えている。

また、奥田川流域は石灰岩を多く含む斗賀野層が分布し、流域の北西にある浦木山の地下水が河床へ流れ出ている。湧水河川に生息する傾向があるナガエミクリにとっては生息しやすい環境にある。そのため、エコトープの導入に当たって、現在の奥田川の河床とエコトープの河床は同じ標高に設計し、地下水流を保全することが必要である。

6. 流域住民に対する意識調査と結果

流域住民の奥田川に対する意識を把握することを目的として、1月28日・29日に住民意識調査を実施した。 訪問面接法を用いて実施し、179部のアンケートを回収した。

住民意識調査の結果は、奥田川の環境(景観・水質)に関して 60%以上の人が悪化していると答えた。また、 絶滅危惧植物に関して 121 人(72%)は、絶滅危惧植物が生息していることを知らず、奥田川の生物に対する 関心が低い。エコトープ導入後、絶滅危惧植物の保全を行うための河川環境管理活動の参加意思を聞くと、 122 人(72%)から参加したいという回答が得られた。

7. 河川環境管理活動の具体的な提案

住民意識調査から得られた結果をもとにして、河川環境管理を行なう上での各組織の役割を提案した(図4参照)。流域住民の代表者と小・中学校の代表者、大学・NPO、地方自治体の3つの組織で企画し、その企画案を住民等に広報してからボランティアを募り、3つ組織にボランティアを含めた4つの組織でイベントや環境管理活動を運営していく形である。

具体的な運営にあたっては、子供の環境教育を中心とした野外学習やイベントを定期的に 実施する。その内容として、環境管理活動を 1 時間~2 時間程度行った後、環境教育(水質実験・動植物の観察等)の実施計画を検討する。

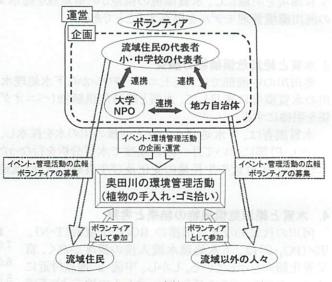


図 4 河川環境管理のイメージ

8. 今後の課題

- 奥田川に生息している水生植物等による自然浄化作用の評価
- 継続的な絶滅危惧植物の生態水理調査の実施
- 今回の提案内容を住民や各組織に提示し、今後の実施案の内容を充実させる
- 流域の地下水流動と奥田川の基底(地下水)流量の調査

参考文献

- 1) 高知県いの土木事務所、2005、"奥田川植物保全対策等検討委託業務"、
- 2) 角野康郎著、1996、"日本水草図鑑"、(株) 文一総合出版、pp.77-80、112-113
- 3) 森本幸裕・亀山章 編集、2001、"ミティゲーション-自然環境の保全・復元技術-"、ソフトサイエンス社、pp.2-19、301-309
- 4) 内田治著、2005、"すぐわかる EXCEL によるアンケートの調査・集計・解析[第2版]"、東京図書株式会社

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・団体で賛助会費(年額30,000円以上)を納める者。
 - (4) 準会員(ジュニア会員) 小学生・中学生・高校生。会費は徴収しない。

(会員の権利)

- 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 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。

(役員の選任)

- 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。

(役員の任期)

第12条 役員の任期は2年とし、再任を妨げない。

- 2 役員は任期満了となっても、後任者への事務引継ぎを終了するまでその職務を 行う。
- 第13条 役員に欠員の生じたときは、後任を選任する。ただし、理事会でその必要がないと認めたときは、この限りでない。
 - 2 補選された者の任期は、前任者の残任期間とする。

(役員の任務)

第14条 役員の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。

(総会の開催)

- 第16条 通常総会は、毎年1回開催する。
- 第17条 臨時総会は次の場合に開催する。
 - (1) 会長又は理事会が必要と認めたとき
 - (2) 正会員の3分の1以上の者から請求があったとき

第18条 総会は、会長が招集し、議長となる。

- 第19条 総会の招集については、開催の2週間前までに、日時、場所及び会議に付議すべき事項を適当な方法によって会員に通知しなければならない。
- 第20条 総会は、正会員の5分の1以上の出席がなければ成立しない。ただし総会に出席できない正会員で、第19条によって通知された事項の議決を他の出席会員に委任した者及び書面によって議決に参加した者は出席者とみなす。

(総会の議決)

- 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 福永秦久 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)

今井 嘉彦	高知大学名誉教授	環境化学	県内
- 長			(全員:
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
Į.	マルイキャンテンラを見及されがする。 を支け正会員の中から若干名を委員に任命する	では、近年上の推開 では、近年会の推開	4
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
ı.	The same of the sa	Marketin Comment Street	
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	流域圈学	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 秦久	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 聰	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
山﨑 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

各委員長+代表幹事 委員

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

委員長 福永 秦 久

出版編集委員会

委員長 橋尾 直和

代表幹事

石川一妙子 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

山﨑 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 Manag ement)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鰹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: <u>murkami.masahiro@kochi-tech.ac.jp</u> 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·流域圈学会会則 抜粋

第2章 会員に関する事項

(会員)

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

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

会費振込先:

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0387 519四万十・流域圏学会 会計 福永秦久

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。

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、養助会員の会費は小・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。

宛先: Fax.0887-57-2420 E-mail: murakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp

入会申込書

四万十·流域圏学会·会長 様

				(I) == -15	-		_
				平成	年	月	日
工. 夕 .							
氏名: nuo2 algoegan(3 lg las	the Donnler Eff	ma imand year	- 				
車絡先住所 (自宅			H	ge met vers	V		
Tozasa edi ve benesim to							
multiplying the cross section							
	Tel:	0811ÿ.	a bewa adau m	Fax:		nti to insr so no inse	riolitica cost. su
	E-mail:_		oldeliav	reasurement is a	tomatic n	os bas m	wypari
noulinial watershed in billy	ga do bataol rove	from small-scale	beol r	ge and pollution	mdozib o	taulavo e	1 7=-51
会員種別*	正会員	· 学生会員		賛助会員	• 準	会員	
	a) watershed, stream						
Modelle		mmfr Esta	rig/ju	70 10 To 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	5 7 6	rtipal -	
勤務先又は職業	privesty sagn						
去亢豪斯士	提別地点の概要						
1 887 1 1 2 2 2 3	こに観測地点の記		rd or	CURS PS B			
	今回義制を行った 集水返(集水面積						
电阳分野	果			上午日日		年 月	日
高のひま物」との推覧を	表面 ,面目上100套	791 3 5	al File	PERSONAL PROPERTY.	11 . č	e 19	
会員種別については、	該当するものを	○で囲んで下	さい。				
带考覧				を理事等によく の小規模がご		1,5 ; ; ; ; ; ;	

-61-

受付承認:

平成 年 月 日

[四万十・流域圏学会誌 第??巻 第?号 ???-??? 200?]

< 論 文 (原著) >

ゴチック 16pt. 上辺マージン 23mm 右マージン 17mm

小規模河川の流量観測におけるドップラー式超音波流速 センサーの簡易適用法

およそ 6mm 吉 田 正 則* 村 上 敏 文* ← ゴチック, 11pt. およそ 15mm

A Simple Application of a Velocity Sensor based on the Doppler Effect of Ultrasonic Sound Waves for Measurement of Discharge from Small-scale River

* National Agricultural Research Center for Western Region, 2575 Ikanochou, Zentsuji City, Kagawa 765-0053, Japan タイムズ 11 級, 7.5pt. タイムズ 13 級, 9pt. Abstract タイムズボールド 9pt.

A hydrometry of small-scale river using a velocity sensor based on the Doppler effect of ultrasonic sound waves was discussed. Cross-sectionally averaged stream velocity was estimated from velocity measured by the sensor. Then, discharge data including storm runoff were obtained safely and accurately, by the way of multiplying the cross-sectionally averaged stream velocity by cross-sectional area of flow estimated from water level.

In addition, the hydrometry using the sensor was revealed to have advantages as follows:

- 1) settlement of the sensor in a river is authorized easily,
- 2) cost spent on equipment and the settlement is low,
- 3) frequent and automatic measurement is available.

Key words: ultrasonic sound wave, the Doppler effect, agricultural watershed, stream velocity, storm runoff

本文1行24字, 1ページ54行 <書式: 段落・行間; 固定値 (13 pt)

およそ 11mm

明朝 9pt.

1. は じ め に ◆ ゴチック 9pt. 2行どりの中央

河川流量の実測データの取得は、農業集水域から発生する環境汚濁負荷量などを算定する際に欠かせない要素となっている 1.2)。しかし、流量せき法 3)や流速計による手計測 1 点法 4)など従来からの方法を用いた場合、高額の工事経費や河川管理者からの設置許可が必要なこと(前者)、あるいは観測者の現地不在によるデータの断片性や観測者が洪水に巻き込まれる危険性があること(後者)などの理由から、連続的な流量データを任意河川で簡易に得ることは必ずしも容易ではなかった。このことは、河川管理者等による定期観測体制を持たない川幅 10m 程度の小規模河川(中山間農業集水域に多い)においてとりわけ大きな課題であったように思われる。

以上のことから、本センサーがもつ特質を活かすことにより、従来法が抱える問題点のいくつかを克服できる可能性が考えられた。そこで本研究では、自動採水装置などとの一体的運用が可能で、入手および取り扱いが容易な上記センサーを例にとり、現地河川への設置方法や流量観測法、得られたデータの特徴とその

処理法などについて検討を行ったので報告する。

2. 観測地点の概要と調査方法

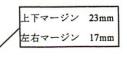
2.1 観測地点の概要 ◆ ゴチック 9pt.1字下げる

今回観測を行ったのは、高知県四万十川流域内の農業集水域(集水面積 814ha、1993~1996 年の平均年間降水量 2874mm)を流れる Y 川の末端部である。その河道幅は11m、河床最深部から川岸までの高さは左岸、右岸とも3mである。観測地点の選定は、流路が上・下流側とも100m程度にわたって直線的であること、大きな岩礫による狭窄や屈曲が存在しないこと、河床勾配の急激な変化が認められないことなどを条件に行った。流れの特徴としては、右岸側に幅約2mの砂礫堆があ

流れの特徴としては、右岸側に幅約2mの砂礫堆があるため流心が河道中央よりやや左岸側に位置すること (平水時)や、観測地点の下流約100m地点で合流するH川の水位上昇の影響をうけて、Y川の水はけがやや滞る傾向がみられること (洪水時)などがある。なお本報では、豪雨による流量の増加が見込まれる2000年5月から同年10月にかけての6ヶ月間を中心にデータの整理を行った。

2.2 河道横断面形状の測量

-62-



それぞれの区分i(i は区分点番号を示す)の幅 d_i ,その中点の水深 h_i ,および h_i 測線上の深さ方向平均流速点の流速 V_p^i (下付き添字p は手計測の意)を測定した。また,このときの流水横断面積 A_p と断面平均流速 V_p^m (流水横断面内流速分布の平均値,上付き添字mは断面平均の意)は,次式により求めた。

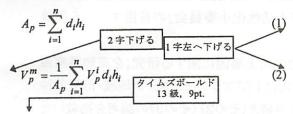


Fig. 4 は、手計測法による 10 回の観測のうち最大の 10 回の V_p^i の横断面分布をみると (Fig. 5), V_p^i の最大値が、 6 月 6 日を除くすべての日時でセンサー設置位置 (水平距離 9m) を挟む ± 1 m の範囲内に収まっていることがわかる。これらのことから、河床最深部を目途に定めたセンサー設置位置が、 V_s の測定位置として妥当なものであったことが確認できる。

このように本観測地点では、河床最深部と深さ方向平均流 速の最大位置がほぼ一致していたため、センサーの位置決め は容易であったが、通常は両者が一致しないことが多いと思 われる。

そのようなときには、河床最深部と深さ方向平均流速の最大位置ができるだけ近い場所を選んだ上で、河床最深部を優先してセンサーを設置すべきと考える。その理由は、センサーが最大流速位置から多少ずれても V_x と V_p ^mの関係把握はある程度可能と考えられるのに対し(後述)、センサーが河床最深部からはずれてしまうと、低水時の H_s 測定が不可能になるからである。

3.3 センサー法による水位、流水横断面積、流速、およ び流量の測定結果

Fig. 6 (a), (b), (c) に, 水位, 流水横断面積, センサー設置 位置流速のそれぞれに関する手計測法全 10 回の測定値と,

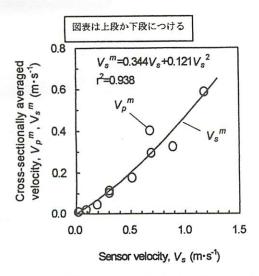


Fig. 7 Relationship between sensor velocity and cross-sectionally averaged velocity derived from manual measurement (O), and regression curve of cross-sectionally averaged velocity as a function of the sensor velocity (—)

 V_p^s を記録した 2000 年 8 月 1 日 12:00 の V_p^i , V_p^m , およ

5. おわりに

以上、ドップラー式超音波流速センサーによる河川流 量測定法の概要を, 現地河川への適用事例をもとに述べ た。数百 ha 規模の集水面積をもつ川幅 10m 程度の小規模 河川を考えた場合, センサー法を用いれば, 現地への設 置手続きが容易になり、設備経費が安く済むうえ(今回 使用した AVM750 型の場合,一式約 90 万円), 従来法で は困難なことが多かった洪水時観測が安全・確実に行え るようになる。さらに今後は、センサーをつなぐチェー ンの張り方を変えてゴミの付着を防いだり,流水の横断 面方向に複数のセンサーを配置することなどにより, 欠 測が少なく,精度の高い流量モニタリングが可能になる と予想される。これらのことは、小規模河川が多く分布 する農業集水域において,汚濁負荷量の発生メカニズム やその変動特性などを把握するうえで大きな威力を発揮 することになるだろう。今後は、本報で紹介したセンサ 一法が河川の水質管理や流域環境保全などの方面で広く 活用されることを期待し、センサー法の精度向上や運用 方法の改善に向け検討を進めていく予定である。

謝辞 ◆ ゴチック, 9pt.

本研究を実施するにあたり、ご指導をいただいた中央 農業総合研究センターの藤原伸介氏、森林総合研究所の 吉永秀一郎氏ならびに関係各位、現地調査でご支援をい ただいた高知県土木事務所と自治体関係の皆様、畜産草 地研究所の山本 博氏、(株)日科機バイオスの竹田敏之 氏、(株)日進機械の高橋好弘氏に深く感謝の意を表しま す。なお本研究は、環境省公害防止研究の一環として行 われたことを付記する。

> (原稿受付 200?年??月??日) (原稿受理 200?年??月??日)

引用文献

- 黒田久雄(1997)非潅漑期農業地区からのNO₃-N日流出負荷 量の検討-流出負荷予測タンクモデルに関する研究(Ⅱ)-, 農土論集,189,51-58.
- 2) 中曽根英雄, 黒田久雄, 茂木真司 (1997) 水田潅漑がなされている小集水域の L-Q 式の問題点と期別区分による改善, 農土輪集, 190, 71-76.
- 3) 石原藤次郎, 森 忠次 (1965) 新版測量学応用編, pp. 251-310, 丸善, 東京.
- 4) Kuraji K and Kowit P (2000) Hydro-meteorological research and its application to watershed management for solving local conflict over water in Mae Tia watershed, Northern Thailand. Proceedings of the Fresh Perspectives on Hydrology and Water Resources in Southeast Asia and the Pacific, Christchurch, New Zealand, pp. 189-196

編集後記

第 6 巻第 1 号が、やっとのことで完成しました。早くからご投稿いただいておりました執筆者の皆様、会員の皆様、編集作業が長引きまして刊行が遅くなってしまい、本当に申し訳ございませんでした。

今号の内容は、最初に松田誠祐氏による「日本の豪雨の結合規模の状況と警鐘」についての 巻頭言をいただき、解説として瀬戸口忠臣氏の「四万十活性化小委員会」の目指す内容を委員 長の立場から論じていただきました。

原著論文としては、三牧純子氏による「地域防災力の向上要因に関する研究」を高知県南西部豪雨災害被災地の事例を基に論じた論考、辻和毅氏による「アジアモンスーン地域・氾濫原沖積平野の地下水利用と保全政策」について、先号に引き続き(その2)(その3)の論考を掲載いたしました。

調査論文としては、第 6 回学術研究発表会で発表された愛媛県立北宇和高等学校の「自然 廃棄物を利用した水質浄化処理装置の開発」に取り組んだ論文、高知県立四万十高等学校自 然環境部の「川の水と川底の水との因果関係」を調べた論文の2点をユースセッションの内容とし て掲載しました。

第 6 回学術研究発表会は、初の小・中・高・大の生徒・学生がそろって発表に取り組んだ画期的な大会となりました。ユースセッションの発表も大いに盛り上がり、フロアからの質問も盛んに行われ、質疑応答も活発に行われました。

今後も,世代間交流ができる学会として,また学会誌として内容を充実させて参りたいと存じます。皆様のご投稿,お待ちしております。よろしくお願いいたします。

(橋尾直和)

0.4 V. "-0.344V. •0.121V."

0.6 F-0.938

0.7 -0.938

0.9 -0.938

0.0 -0.938







2006.12

■ 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 フロンティア工学コース 村上研究室

〒782-0003 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185 TEL:0887-57-2418 FAX:0887-57-2420 E-mail:murakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp