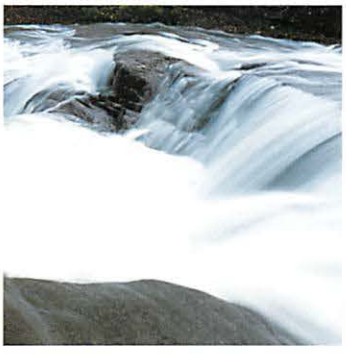
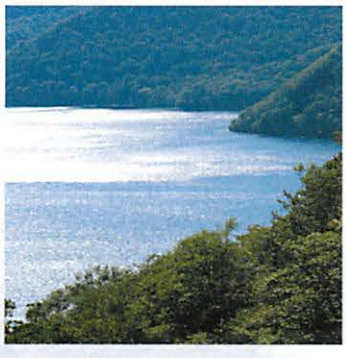
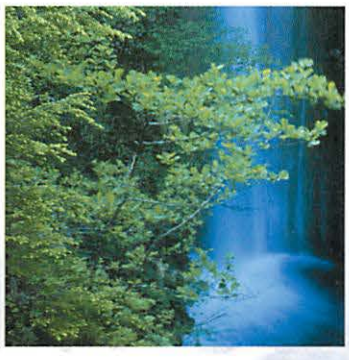
四万十・流域圏学会誌

第7巻　第2号

We Love "SHIMANTO"

2008

May

四万十川の清流を守ろう
SHIMANTO

四万十・流域圏学会誌　第7巻 第2号（2008）

目　　次

巻頭言

「地の果てのよさこい」

北條 正司（高知大学理学部）……1

招待講演要旨

地球環境時代の森林の保全・再生

末田 達彦（愛媛大学農学部）……3

解説

四万十川流域の文化的景観選定に向けて

溝渕 博彦（高知県教育委員会文化財課）……7

子ども達の未来を育む森林環境教育

斎藤 由貴（社団法人・高知県森と緑の会）……13

研究ノート

高知県中山間地における潜在的な水性昆虫の種多様性

林 紀男（千葉県立中央博物館環境科学研究科）・稲森隆平（福島大学理工学群共生システム理工学類）・蛯江美孝（独立行政法人国立環境研究所）……19

論文(原著)

地下水法序説

松本 充郎（高知大学人文学部）……23

国境にまたがる帯水層　*—ガンジス平野から安全な地下水問題を考える—*

辻 和毅（ベクトル(株)）……31

報告

四万十・流域圏学会 第8回総会（平成20年5月31日）報告

四万十・流域圏学会・総務委員会……41

生まれ変わる四万十活性化小委員会、今後の活動方針

瀬戸口忠臣（四万十活性化委員会）……47

おしらせ

四万十・流域圏学会 投稿規程（原稿書式フォーマット）変更について

四万十・流域圏学会・編集・出版委員会……51

添付

四万十・流域圏学会・会則……53

四万十・流域圏学会・役員リスト……56

四万十・流域圏学会・委員会……57

会員募集の御案内……58

入会申込書……59

四万十・流域圏学会誌・新執筆要領（投稿論文サンプル：第8巻第1号より適応）……60

編集後記……64

四万十・流域圏学会　賛助会員……65

[四万十・流域圏学会誌　第7巻　第2号　1-2　2008]

<巻 頭 言>

地の果てのよさこい

北條　正司*

よさこい祭りは，夏の高知の風物詩である。両手に鳴子を持ち，よさこいの地歌に合わせ踊り歩く。しかし，それは昔の土佐をほとんど思い起こさせない程にまで嗜好を凝らした激しい踊りである。近年，よさこいは全国に広まり，札幌の「よさこいソーラン」は本場の高知をはるかにしのぐ規模になっていると言う。2007 年には，ブラジル・サンパウロ近郊の町でも，地元民を含めた踊り子によって披露された。

2004 年はアテネでのオリンピックの年であったが，7 月下旬，ポルトガル北部の古都ポルト近郊の町アベイロに行くことになった。この町の大学で開催される「溶液に関する国際会議」に出席するためである。地元高知の酒造会社と縁ができ，その会社の研究員を大学に受け入れていた。どのような水を使えば，おいしい日本酒が造れるかを調べることが研究の目的であったのだが，いつの間にか酒の熟成の謎を探る問題に関わるようになっていた。本場のポルトワインの熟成度をじかに「研究」したいとの好奇心も追い風となり，はるばるとヨーロッパの最西端に位置するポルトガルにやってくることになったのである。

成田からパリを経由すると，機内サービスの軽食の飲み物はワインに変わった。渋めの赤ワインを飲み，フランスパンをかじりながら，いったい，最終到着地のポルト空港では，改めて入国審査が受けられるのか，期待と不安が交錯していた。ＥＵ域内の入国審査は極端に簡素化されているようで，先ほどのパリ空港では，私のパスポートには，入国の検印が押されなかったからである。ポルト空港からのリムジンバスの終点にほど近い，石だたみの坂道を登りつめた丘の上にホテルがあった。

翌日，サン・ベント駅から快速列車に乗ってアベイロに向かった。車窓からはドロウ川の流れが見えた。この川の上流でポルトワインが生産されているのである。首都リスボンの方向に向け南下していると，海水浴を楽しむように大勢の人々が海岸に出ていた。大西洋の海の色は，高知から見る海とは違って見えた。車内放送によると，現在の気温は 26℃とのこと，なるほど，ほとんど誰も海には入っていないわけである。

国際会議場となったアベイロ大学は近代的で大規模な大学であった。その大学のキャンパス内で思いがけない植物を発見した。7 月の下旬なのに，しかもカラカラに乾き切った中に，アジサイの花が咲き誇っていたのである。梅雨空の下に咲くとしか念頭になかった私には，大きな疑問となった。アベイロは雨が少なく，塩田による製塩が盛んな町である。海岸より内側に入り組んだ潟（ラグーン）の近まで行くと，でき上がった塩が，あちこちにうずたかく積まれ，まるで小さな富士山のように見えた。

7 月 29 日，アベイロでの用務を全て終え，再び，ポルトに戻ってくると夕刻になっていた。飛行機の出発便は午後であることを確認し，翌日は朝早くから，見残した名所を急ぎ見て回ることにした。サン・フランシスコ教会のすぐ近くにボルサ宮があった。案内係の若い黒髪の女性は，私が日本人であることを知ると，ツアーの開始予定の時刻を 30 分も繰り上げて，私一人のための案内をかってでてくれた。ボルサ宮の「アラブの間」という大きな広間のドアを閉めると，そこは二人の世界となった。彼女は流暢な英語で説明を始めた。難しい内容に，私がついていけなくなったのを察するや，日本語の単語を交えて補ってくれた。

「日本からお越しになったナルヒトはこのアラブの間を一番お気に召された。」と聞こえたのは幻想だったのか。つかの間の二人のツアーが終わり，握手を求めたとき，彼女は，私の両頬に唇を当てた。私のポルトガル語の「オブリガード」は，彼女には「アリガトウ」と聞こえただろうか。

ユーラシア大陸の東の果ては極東と呼ばれる。大陸の西の端に位置するポルトガルにおいて，私は一人だけの「よさこい」を歌い，踊った。それは国際会議に参加した日本人仲間には決して好意的に受け入れられたものではなかったが・・・。

翌年 4 月中旬，北海道に旅をした。札幌では 7 月にアジサイが咲き，それが自然に乾燥していき，ドライフラワーのよう

*高知大学理学部　〒780-8520　高知市曙町 2-5-1

になることを知った。旭川よりさらに北方の美深（ビフカ）の山里は全くの雪の中にあった。シラカバの木の根元から溢れ出る樹液の恵みに感謝する「樹液祭り」と，その利用に関する「国際樹液サミット」に参加した。この地においても，私は，土佐の「よさこい」を歌い，踊る熱情を押さえることができなかった。

［四万十・流域圏学会誌　第７巻　第２号　3-5　2008］

＜招待講演要旨＞ 四万十・流域圏学会 第８回学術研究発表会（平成 20 年 5 月 31 日）高知県森林総合センター・情報交流館

地球環境時代の森林の保全・再生

末田　達彦*

１．はじめに

森林の減少など地球の環境に関わる諸問題は、既に 1970 年代から専門家の間では懸念されていたが、これらが『地球環境問題』として人口に膾炙するのは 1992 年リオデジャネイロで開催された国連環境開発会議（United Nations Conference on Environment and Development：UNCED）、いわゆる『リオの地球サミット』以降のことである。このサミットで取上げられた問題は 1）オゾン層の破壊、2）酸性雨、3）海洋汚染、4）有害廃棄物の越境汚染、5）発展途上国の公害、6）熱帯林の減少、7）野生生物種の減少、8）砂漠化、9）地球温暖化の９件であるが、つまるところ 1）～5）はいわゆる公害、6）～8）は世界的な森林の減少に起因する問題であり、両者の相乗作用として地球温暖化が起こっている。温暖化が今世紀最大の問題と言われる所以である。本稿では温暖化へのかかわりという観点から世界の森林問題を概観したい。

２．地球温暖化の二大要因

化石燃料の大量消費による大気二酸化炭素の増大が温暖化の主因たることは周知の通りだが、森林破壊もこれに勝るとも劣らぬ二酸化炭素の発生源である。伐期の森林には 500 m^3/ha 程度の立木蓄積があるが、これをバイオマス（乾重量）に換算すれば 185～245 t/ha になり、二酸化炭素や炭素に換算すればそれぞれ 400 t/ha と 110 t/ha 程度となる。以上では幹の量しか考えていないが、枝・葉・根には幹の 0.7～0.8 倍のバイオマスがあるので、樹体全体では 200 t/ha 弱の炭素が蓄積されている。さらに森林土壌中には地上部とほぼ同量の有機物が含まれているが、林地を農地化して起耕すると有機物が好気分解し、結局のところ森林全体から 400 t/ha ほどの炭素が二酸化炭素として放出され温暖化を促すことになる。Houghton らによれば、現在でこそ森林破壊による CO_2 の排出量は人為起源の年間総排出量の 30％弱に過ぎないが[1]、図１に示したように化石燃料起源の CO_2 排出が森林起源の排出を上回ったのは第二次世界大戦以降のことに過ぎないし、累積排出量で見るなら現在でも温暖化の主因は森林破壊と云える[2]。

森林破壊は往々にして森林伐採と混同される。伐採後の林地を他の目的に転用すれば森林破壊、そのまま林地として残せば単なる森林伐採だが、特に温暖化の観点からすれば両者は決定的に異なる。というのは伐採された木材は早晩腐るなり燃されるなりして CO_2 として大気中に還流するが、林地が残されている場合にはそれがまた次世代の森林に吸収され、結局のところ排出にはならない。他方、林地が他の目的に転用された場合には、行く先を失った CO_2 は大気中に残留し半永久的に温暖化に関わる。

林地の転用先としては、現状でも歴史的にも農地が圧倒的に多いが、農地化による温室効果ガスの発生は伐採時の二酸化炭素の発生にとどまらない。まず火入れによる伐採残滓の焼却時に亜酸化窒素が発生するほか、農業生産が定常化しても放牧地のウシの反芻や水田耕作からはメタンが、窒素肥料の施肥により亜酸化窒素が発生する。前者は二酸化炭素の 21 倍、後者は 290 倍ほど強力な温室効果ガスである。

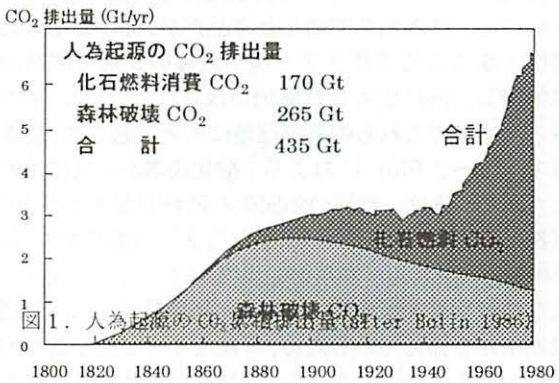


図１．人為起源の CO_2 排出量の推移（Bolin 1986）

３．農地化の罪と効用

地球の温暖化が現実味を帯びるようになって農地の開拓や農業が急遽『悪』となったが、森林の破壊による農地開発と農業生産性の向上が人口の増加を通じて人類社会の発展を促してきたことも厳然たる事実である。Emanuelsson（私信）によれば、北欧では自然だけに依存した狩猟採取段階の人口扶養力が単位面積（1km^2）あたり１人に過ぎなかったのに対し、焼畑の導入で 20 人に、家畜の飼育により 50 人に、その屋内飼育で 200 人

＊ 香川大学農学部：〒761-0795 香川県木田郡三木町池戸 2393

に増え、人工肥料と農薬と化石燃料を多用した現在の農業では 3000 人/km² の扶養力がある。家畜を使った西洋の三圃式農業に対し、家畜に拠らず木灰と人の糞尿で地力の維持を計ったわが国では、中近世の農地の扶養力はもう少し高く 1000 人/km² 程度と推測されるが、現在では反収 6t/ha とすれば北欧と同じ 3000 人/km² となる。しかし皮肉なことにはこうした高い農業生産性に支えられた世界人口の増大が温暖化という逆境を招くことになった。

現在の先進諸国で森林破壊による農地の開拓が著しかったのは、機械力の利用が可能になった産業革命以降今日までのほぼ 200 年間で、この間にマルサスの懸念を招くほど人口も爆発的に増えたが、今日では先進国人口が高位安定を保っていることは周知の通りである。幸か不幸か、今日の先進諸国が森林を潰し人口を増やしている間には温暖化は発現しなかった。地球全体から見れば破壊面積も人口もまだ少なかったし、温暖化の原因と発現の間にタイムラグもあったからである。また仮に発現していたとしてもそれを検出できるだけの科学技術も確立していなかった。

他方、発展途上国の人口は今なお増加中で農地の開拓のため森林破壊が進んでいる。途上国の森林破壊に京都議定書の温室効果ガス排出削減義務がかかっていないのは、先進国の側にも同じ前歴があるという側面もある。実際、農地の開発も食糧の供給も目前の生存にかかわることゆえ、人口の増加に見合った農地の開拓はやむを得ないが、稚拙な農地開発や失策による森林破壊に対しては相応の歯止めが必要である。一例としてインドネシアのメガライス計画を挙げる。これは米の自給を目指すインドネシアが 1990 年代後半に 100 万 ha に及ぶ水田開発を目的にカリマンタンの泥炭湿地林を伐採し延べ 4000 キロに及ぶ排水路を開削した事業だが、泥炭湿地の硫酸酸性土壌による不作とスハルト政権の瓦解で開発計画は頓挫し、跡に広大な荒廃地が残された。1997 年のエルニーニョでこれらの荒廃湿地に大火災起こり、炭素換算で 0.80～2.57Gt におよぶ二酸化炭素が大気に還流した[3]。この量は、世界の年間化石燃料消費の 13～40%、京都議定書による日本の二酸化炭素削減義務量の 50～150 年分にも及ぶ。熱帯の泥炭湿地は大河川下流部の広大な沖積平野を形成しており、見た目農地化には最適な地理条件を備えているため、今後もこうした安易な開発が行われる可能性がある上、農地化が成功するにせよ失敗するにせよその下に控えた厚さ数米～十数米の泥炭が好気分解する可能性を秘めているので、今後の開発には慎重な取り扱いが必要である。ちなみにインドネシア一国でも泥炭湿地林の面積は 1350～2650 万 ha と言われており、炭素蓄積は 300 Gt 前後と推定されるので、これが全て分解したあかつきには世界の化石燃料消費の 40 年分が大気に戻ることになる。

4．高緯度泥炭分解の可能性

泥炭の好気分解による二酸化炭素の発生については、熱帯をはるかに凌ぐ蓄積を持つ寒帯・亜寒帯域が危惧されている。高山を含む世界の寒冷地帯には 3000～4000 Gt の泥炭蓄積があると推測されているが、温暖化に伴う永久凍土の融解で今後 100 年間に 273 Gt が好気分解し二酸化炭素として放出されると見込まれている[4]。これは現在進行中の温暖化の帰結であり森林破壊ではないが、高緯度地方の泥炭は、シベリアでは過去百万年、北米・北欧では過去数万年の森林植生遺体の蓄積であり、森林起源の温室効果ガスの発生源と言える。永久凍土の融解によりこれが二酸化炭素の発生源に転じた場合には、今後ますます強化されるであろう化石燃料の消費削減努力とあいまって、森林起源の温室効果ガスが化石燃料起源の発生量を再び上回る可能性が無いわけでもない。

5．地球温暖化の意味するところ

図 2[1]に過去 100 年間の大気二酸化炭素濃度の推移と今後 100 年間の予測を示した。最近の予測は場合分けが多岐にわたり複雑なのでここに引いたのは初期の IPCC の単純なものだが、事の本質は同じで、産業革命前に 280 ppm に過ぎなかった二酸化炭素濃度が現在 360 ppm に達しており、このまま手を拱いていれば来世紀初頭には 1000 ppm を超える。大気の二酸化炭素濃度は地球の誕生以来ほぼ一貫して下がってきているが、それが 1000 ppm という高濃度に戻るのは 5000 万年前の第三紀初頭以降初めてのことである。往時は高濃度の二酸化炭素の温室効果により地球はきわめて温暖で[5]、北緯 80 度の北極海諸島にも大森林が繁茂していた（図 3）。

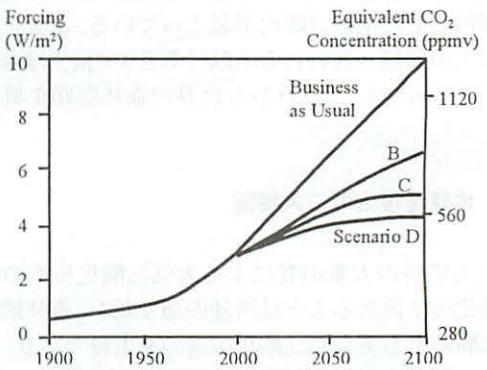


図 2. IPCC Projection of Atmospheric CO_2

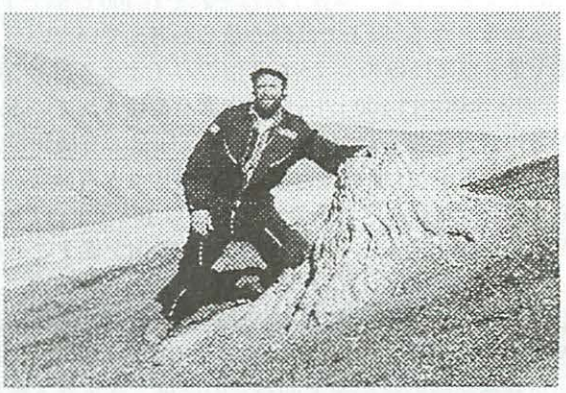


図 3. 北極海諸島の化石林

大気組成の変化に対する気候の追従にも、気候変化に対する植生の追従にも相応の時間差があるので、100 年後に北極海諸島に森林が戻るわけではないが、現在の森林の破壊と化石燃料の大量消費による二酸化炭素の増大はそれほど環境を激変させる可能性を秘めている[6]。

北極海諸島への森林の再現は地球上の農耕可能な面積が大々的に増えるということで、それ自体はめでたいことと言えるが、問題は、5000 万年をも要した自然の変化を人類がわずか数百年で起こしてしまうという変化の早さである。果たして自然界も人類社会もこれに追従できるかが温暖化問題の焦点であり、種々の対策が求められている由縁である。

6．今後の対策

人為起源の温室効果ガスの発生量からして、現在の温暖化対策の主眼が化石燃料消費の削減に重点が置かれているのはもっともなことだが、上述のように歴史的な累積値としては森林起源の温室効果ガスの方が多いし、永久凍土の融解による今後の再増加も視野にあるので、森林関連の排出削減についてもそれなりの対策が必要である。

もっとも手近な方法は木材の長期利用である。木材は早晩腐るなり燃されるなりして二酸化炭素に戻るが、木材として利用し続ける限り二酸化炭素の温室効果を保留させる。この点に関するわが国の問題は住宅の寿命の短さである。ヨーロッパの木造住宅の寿命が百数十年、北米が60年と言われているのに対しわが国は30年そこそこでしかない。わが国の木造住宅の寿命が短いのには、体積のわりに表面積の大きい、すなわち劣化し易い小径木の多用が少なからず効いている。例えば築後 400 年の歴史を経て今なお威風堂々たる二条城などを引き合いに出すまでも無く、大径材の利用が木造建築の延命に大きく効いていることは明らかだが、これは使用量と寿命という二面で木材中の二酸化炭素の固定量を増すので今後の住宅建築では極めて重要である。

当然のことながら植林も極めて重要だが、それは森林の劣化と減少の激しい熱帯・亜熱帯の途上国であり、こと二酸化炭素の吸収という観点からはわが国での植林は不要である。途上国での植林が重要なのは、人口増に伴う農地への転用に加え、木材は薪や炭として、枝葉は肥料や家畜の飼料として繰り返し収奪されているがゆえ地力の衰えが著しく、森林の回復には人為的な手助けが必要だったり、自然の種多様性が高い一方で民生に必要な樹種が限られており樹種選別や増殖に人為の介入が必要だからである。他方、わが国は安価な外材の輸入や花粉症などの問題もあり国民の嗜好は広葉樹に傾いているところにもって、広葉樹は放っておいても生えるので、二酸化炭素の固定が目的ならば手間隙かけて植林の必要は無い。古くからの人間活動の歴史と第二次大戦後の産業構造の変化を反映して愛媛県には放棄農地が多いが、放置された古い農地は例外なく広葉樹林化している。わが国における植林で意味あるのは、途上国における植林支援の訓練の場としてであろう。

今日の人類の繁栄が森林の破壊による農地の開拓と農業生産性の向上によることはすでに述べたが、それが正義たりえたのは世界の人口も人間の破壊力も限られていた時代のことである。増えすぎた人口が森林破壊を加速し、温暖化や生物種多様性の減少という形で人類社会の存続を脅かしているのが現状である。もし人為の介入が無いなら南極大陸やグリーンランドまで含めた地球の陸地面積 150 億 ha の 60%、90 億 ha が森林に覆われているはずである[7]。ところが現在の地球に残された森林は潜在面積の半数を割込み、40 億 ha に過ぎない。森林など無くても農地と食物さえあれば可という極論もあろうが、温暖化ひとつとっても、そのような地球で人類が永続的に繁栄しうるとは考えられない。わが国についていうなら、化石燃料に頼ることも無く、循環可能な生物資源だけで成り立っていた徳川末期の 3000 万人というのが持続可能な適正人口の目安になる。それでも江戸時代は、熊沢蕃山をして『国中の山、十に八尽き』と言わしめたように林地も農地も疲弊していたが、今日の近代科学技術を用いれば、もう少し余裕があってかつ持続可能な社会の構築が可能ではないかと思われる。特殊合計出生率が 1.3 を割り込み世界に先んじて人口減少フェーズに入った日本の現状に対して悲観論が強いが、さしたる努力もなく自然体で人口減少に向かうわが国の現状はさほど憂うべきものではない。

引用文献

1) Houghton, J.T., G.J. Jenkins and J.J. Ephraums (eds). (1990): Climate Change, The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, xxxix+365pp.

2) Bolin, B., B.R. Doos, J. Jager and R.A. Warric (eds). (1986): The Greenhouse Effect, Climate Change, and Ecosystems. John Wiley & Sons, New York, xxxli+541pp.

3) Page, S. (2002) The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. Nature 420: 61-65.

4) Davidson E.A. and I.A. Janssens. (2006): Temperature Sensitivity of Soil Carbon Decomposition and Feedbacks to Climate Change. Nature 440(9): 165-173.

5) Basinger, J.F., D.R. Greenwood and T. Sweda. (1994): Early Tertiary Vegetation of Arctic Canada and Its Relevance to Paleoclimatic Interpretation. In Cenozoic Plants and Climates of the Arctic, 175-198. Springer-Verlag, New York.

6) 末田達彦. (1995): カナダ北極海諸島における化石林の発掘と復元. 学術月報 48(1): 47-53.

7) Sweda, T., T. Kodaira and A. Kitoh. (1995): Global Vegetation Response to Climate Change in Doubling Atmospheric Carbon Dioxide. 温暖化ガスと農林生態系, 47-54. 農業環境技術研究所.

[四万十・流域圏学会誌　第7巻　第2号　7-11　2008]

＜特別寄稿＞

四万十川流域の文化的景観選定に向けて

溝渕　博彦*

1．はじめに

私たちの祖先は自然と共生する中で原風景ともいえる郷土に根ざした景観を育んできました。人々の生活と生業の在り方を表現した景観地を文化的景観といいます。このような景観を文化財保護法において文化財として位置付けることで、保存活用を図る動きが全国で進行しています。

文化的景観の定義として「地域における人々の生活または生業及び当該地域の風土により形成された景観地で我が国民の生活または生業の理解のため欠くことのできないもの」（文化財保護法第2条第1項第5号）。このことは地域住民が日常生活や日々の生業において地域独自の気候や土地の状態を利用して作りだされてきた景観地のうち、我が国民がどのような生活または生業を営んできたのかを理解するため不可欠なものを指しています。

かつてのふるさとの風景が、いつの間にか失われていたということがあります。身近な景観で日頃からその良さに気がつかないことがあります。文化的景観保護制度は地域の生活や生業に根ざした景観に対して、その文化的な価値を評価して、地域で譲り次世代へと継承していく制度です。保護継承されることにより、文化的景観に対する理解の促進と活力ある地域づくりの推進と地域の活性化が期待されます。

国は都道府県または市町村の申出に基づき、景観法に定める景観計画または景観地区にある文化的景観のうち、文化財としての価値を調査し、重要なものを「重要文化景観」として選定します。文化庁では都道府県または市町村が行う文化的景観の保存調査（構成要素や範囲等の調査）、文化的景観保存計画の策定、文化的景観の修理、修景、復旧、防災の事業に係る経費の一部が補助されます。

重要文化的景観選定基準は以下の内容です。

(1) 地域における人々の生活または生業及び当該地域の風土により形成された次に掲げる景観地のうち、我が国民の基礎的な生活または生業の特色を示すもので、典型的なものまたは独特のもの。

1)　水田、畑地などの農耕に関する景観地
2)　茅野、牧野などの採草、放牧に関する景観地
3)　用材林、防災林などの森林の利用に関する景観地
4)　養殖筏、海苔ひびなどの漁撈に関する景観地
5)　溜池、水路、港などの水の利用に関する景観地
6)　鉱山、砕石場、工場群などの採掘、製造に関する景観地
7)　道、広場などの流通に関する景観地
8)　垣根、屋敷林などの居住に関する景観地

2. 前項各号に掲げるものが複合した景観地のうち、我が国民の基礎的な生活または生業の特色を示すもので典型的なものまたは独特のもの。

2．四万十川流域文化的景観調査

四万十川流域を形成する5市町は平成18年度から文化的景観調査を導入して選定に向けて内容整理を進行中です。

四万十川はその流路196km、流域面積2.270 ㎡の大河です。この流路の長さは四国では第1位、全国では第27位であり、流域面積では吉野川に次ぐ四国第2位となっています。支流の数は流路30km以上のもの6河川、30kmに満たない長さの小支流は319余を数えます。狭義の四万十川は梼原川との合流点から下田初崎の河口までを指し、広義の四万十川本流は不入山の水源から通称松葉川と呼ばれる大野見窪川筋を含むといわれています。

本流大野見・窪川筋と支流梼原川筋は同じ四万十川水系に属しますが河床や河岸の形態や相貌が対照的です。四万十川本流は平地を流れる形状部分が多く、梼原川筋は高山から流出る支流は河岸に迫る山地を持つため、山地渓流型・中間渓流型に属する部分が多いといえます。梼原川でダムや堰が集中する区間は渓流であり、峡谷となっています。梼原川にダムが多いのは本来峡谷でなければ建造効率が良くないためと思われます。一方、中土佐町大野見・四万十町の四万十川本流域などでは両岸の山も400～600m級で両河岸には水田が開かれて閉塞感が少なく、それに対し梼原川筋は四万十町の下道ダムから梼原町川井あたりまで両岸に700m以上の山々が迫り圧迫感があります。このような地形の場所には平地が少なくもとより水田は希少です。中土佐町大野見・四万十町の四万十川本中流域では河川景観も緩やかで稲作中心の農業が古くから行われ、梼原川の流域は厳しく嶮しい地域環境で畑作中心に農業が行われてきました。

四万十川は上流から筏や川船により木材や木炭、紙や蕨粉、シズラ、製紙材料等の移出の川の街道でもありました。四万十川は196kmを流れる間に、流域の形態により様々な影響を流域に与え、大いなる川の恵みとあらぶる自然との共生は人々の暮らしに様々な恩恵と脅威に対抗する工夫と知恵を与え、それぞれの四万十川流域地域の環境は風景の印象の差異をもたらすだけでなく、生業やその構成要素にも差異をもたらせています。

(1) 梼原町の文化的景観

梼原町は高知県中西部に位置し、北側に四国カルスト高原を、その町域の北側と西側を愛媛県に、東側は津野町、東側から西側にかけて四万十町と接しています。地域は四国のチベットとも

*高知県教育委員会事務局文化財課　〒780-8570　高知市丸ノ内1丁目7-52

いわれる高山にあり、役場周辺で標高 410m、県境の四国カルスト自然公園で 1000mを越える高山が連なっています。町域を通る国道は 197 号線、439 号線、440 号線であり、主要地方道城川・梼原線、及び中村・梼原線で愛媛県や四万十町などの町外に通行できます。地形は急峻な四国山地に抱かれ、傾斜地が多く、町を二分するように南下する四万十川の支流梼原川沿いに集落が点在し、山裾に見られる棚田や畑は高山、狭小の地形で営まれた梼原の農業を象徴している景観といえます。

梼原町は、延喜 13 年(913 年)津野経高公が伊予より梼原に入り、開拓によって津野荘を築いて以来 687 年間津野氏の所領となっていました。津野氏はこの梼原を拠点に高岡郡下にその勢力を延ばし、広大な領域を持つことになります。梼原の名の由来は津野山郷の開祖津野経高による「梼の木の多い地」から名付けられたといわれています。

梼原町は四国カルストや四万十川にみられるような豊かな自然に恵まれるとともに、中世からの津野山文化や津野山神楽を現在に伝え、町内には現在も 13 棟の茶堂や農村歌舞伎の舞台が残り、坂本龍馬や本町出身の吉村虎太郎たちが脱藩した道が、昔の趣のまま、維新の道・脱藩の道として残っています。

1)河川

梼原町を南流する梼原川は四万十川第一の支流で、流路は約 73km、四国カルスト五段上その源を発し、北部で永野川や田野々川を合流し、さらに四万川や南部で北川川を合流して四万十町大正で四万十川と合流します。梼原川には町域の流路に梼原第一発電所・梼原第二発電所・梼原第三発電所・初瀬ダムなどがあり、四万十町で津賀ダムを通過します。梼原地域での河川は急峻な山間を縫って流れる河川で、堰が集中する区間は渓流型であり、V字峡谷の地形を構成する場所に構築されています。梼原川筋は下道ダムから梼原町川井あたりまで両岸に700m以上の山々が迫り、圧迫感があります。

梼原町の川には現在、近代の抜水橋や昭和期の沈下橋が架かっています。現存する沈下橋は、石藪沈下橋、中古屋沈下橋、宮野々沈下橋、成藪沈下橋、仲間沈下橋、新道沈下橋、仲久保沈下橋、中平沈下橋の 8 橋です。

2)棚田

町域の本流・支流域にはその急峻な地形を余すことなく耕し、無数の棚田や段々畑が構築され、丹念に積まれた石垣で守られています。梼原では急峻な地形から棚田や段々畑が多く、その棚田の代表的なものに神在居の棚田(千枚田)があります。山林が 84%を占める高知県では急傾斜の地形のため、山と海が近く、山間で降った雨が海に到達するのに多くの時間を必要とせず、台風の常襲、豪雨、急傾斜の地形を持つ地域の先人は自然と共生するために様々な知恵を働かせました。棚田も人智が作り上げた工夫のひとつです。棚田は過去の地辷によって造り出された水を貯えやすい緩傾斜地を選んで開拓され生み出されたものです。棚状の水田は水を溜める溜池としての機能を持ち、この機能により、降った雨は緩やかに土に浸透して、川から海に流れます。棚田の良好な耕作は自然のダムとなり砂防の堤となって山間部の傾斜地の崩壊を防ぎ、洪水の緩和につながり下流域の自然を守ることになります。古くから開墾された棚田には保全と生産の要素が持たされていました。さらに先人たちは水を横に導く工夫で水路を造り水辺から遠い場所での灌漑が可能になり生産力を増しました。棚田は良好な状況に保つために生産と管理に人の知恵と労力が加わり、補修活動が繰り返されることによって維持されています。神在居の棚田はその代表的な景観を有し、オーナー制度を取り入れ、農業体験を生かした町の活性に一役買っています。

3)森林

梼原町では豊かで希望のある『森林と水の文化の町』を実現するため『森林と水の文化構想』を進めながら、よりどころを森林と水に求めて、農林業を活性化し、豊かな生活や新しい文化を形成するよう取り組んでいます。町の面積の 91%を森林が占めているため、四万十清流保全林の購入や鎮守の森づくり条例を制定するなど、100 年～200 年先まで見越し保水能力の優れた森林づくりが進められています。梼原町にも多くの御留山が存在し、これらの山々は明治維新後に国有林として管理されて来ました。

※鷹取山植物群落保護林

面積 87.97ha の鷹取山植物群落保護林は高岡郡梼原町にある優良老齢天然木林です。昭和 48 年に高知営林局(現在の四国森林管理局)によって学術参考保護林として設定され、平成 2 年に植物群落保護林に指定されました(四万十源流の森)。鷹取山保護林の高木層はモミが最も優先し、桧、梅などの針葉樹に混じって、落葉広葉樹のアサダ、ホウノキ、常緑広葉樹のシキミ、カゴノキなどが生育し、亜高木層と低木層にはサカキソバブタ、ヤブニッケイなどの常緑広葉樹が多く生育しています。

※ゆすはら郷土の森

鷹取山植物群落保護林に隣接する 7.29ha の森林が「ゆすはら郷土の森」として 1994 年に梼原町と高知営林局(現在の四国森林管理局)との間で保存協定が締結さました。この森は昭和 48 年に高知営林局から学術参考保護林に指定され、また町制 20 周年を記念して「四万十源流の森」と梼原町が命名した鷹取山植物群落保護林に隣接しています。緑の空間を活かした来訪者との交流促進、保健・文化・教育活動の場としての利用を通じ、地域の活性化と振興に資することとしています。

※久保谷山風景林

面積 124.51ha の久保谷山風景林はレクレーションの森として位置づけられています。当風景林は、森ヶ内風景林の上部、旧窪川(四万十町)、梼原両町の行政界周辺に位置し、標高は 400mから 831mに及ぶ区域です。林相は旧窪川町側をスギ・ヒノキの人工林と天然生針広混交林、梼原町側は 92～217 年生のモミ、ツガ、ヒノキに広葉樹を交えた天然針広混交林からなっています。

(2)津野町の文化的景観

四万十川上流部津野町における四万十川の水系は四万十川本流と北川川があります。本流は支流を集めて桑ヶ市を経て中土佐町へ流れ、北川川はやはりその支流を集めて梼原町へ流れて梼原川と合流しさらに四万十町大正で四万十川に注ぎます。最上流にあたる津野町では度重なる造山運動による険しい山地がほとんどを占め、津野町では地殻変動によって引き裂かれた巨大な地割れ「大引割・小引割」(国指定天然記念物)「長沢の滝」(県指定名勝記念物)、砂が堆積する前に生まれるソールマークが流痕と荷重痕によって石垣のように見える「弘法の石垣」などがあります。

1)森林

津野町には保護対象となっている森林が2カ所あります。ひとつは不入山にある「小筋畝山林木遺伝資源保存林」で日本スギ科植物コウヤマキの典型的な群生地として保護されています。いまひとつは「四万十源流の森」で不入山周辺の森を地域の自然、文化のシンボルとして保存すべき「郷土の森」に選定し保護管理しています。

2)集落

津野町では縄文早期の船戸遺跡や北川遺跡があり、早くから人が住んだ痕跡を残し、中世には約700年にわたって津野氏が統治し津野山郷として開発が進められました。この頃三嶋神社をはじめとする多くの神社が建築され、神楽や花取り踊りなど現在に受け継がれる津野山文化の基礎が作られ、都風の文化を地域に根付かせています。室町時代には五山文学の双璧といわれる義堂と絶海を輩出した土地でもあります。

大古味、北川、宮谷、高野、新田、芳生野、口目ケ市、船戸などの集落は山間や河川の流域に林業や農業を主要産業にして展開し、棚田や茶畑などの景観や、山や川の自然と人が密接に関わって育んだ歴史を伝えています。

(3)中土佐町の文化的景観

中土佐町は高知県中西部に位置する、清流四万十川と豊かな山野、黒潮寄せる海、リアス式の海岸線と、広く豊かな自然に恵まれた町です。平成18年1月1日にそれまでの中土佐町と大野見村が合併し新しい町となりました。中土佐町は漁業と鰹の一本釣りの基地である海岸部(旧中土佐町地域)と四万十川源流域の台地部で構成されます。

旧大野見村域は四万十川上流に開けた台地であり、地区内を蛇行する四万十川の両岸に耕地が開け集落が点在しています。大野見地区(旧大野見村)は四万十川上流域の流れと沈下橋、古くより開拓灌漑された本流・支流域の水田や畑と、主に農業・林業を生業とする集落で形成され、里山の原風景ともいえる景観を呈しています。

平成4年、高知県教育委員会によって実施された遺跡分析調査により大野見で縄文後期・弥生時代の土器片が発掘されました。荒瀬の折野々(おりのの)で縄文後期、奈路の宮野々で弥生時代の土器片が発掘され、これにより3000年～4000年前の中世以前にこの地で先人の生活が営まれていたことが証明されました。

大野見の歴史は人々が深山や四万十川による大自然の営みと深く関わり、共存しながら育んだ大地の文化を伝えています。その長い時空の中で大野見の先人たちは人智を駆使し、自然と向き合い、恵みを享受しながら、時勢に順応し、辛苦の汗を流し、開拓と灌漑を繰り返して今日に至っています。中世から構築された堰や水路、耕地は、その時代時代により人々の知恵でより有効な形に修復されています。大野見の農業は開拓と灌漑の歴史であり、それはまた幾多の困難な状況の中にあっても勤勉な努力と、郷土を守る進歩的な理想を持ち、相互扶助の高い志で育み続けた大野見の人々の歴史と文化の跡といえます。

中世に仁井田川ノ内の百姓、長左衛門によりこの高原の大地が発見され、数人の若者と共に探検の末、未開の大地の開墾が始まりました。大野見の名の由来は、長左衛門が平原を発見した喜びのまま、この地の名を大野見と名付けたと伝えられています。

昭和30年代所得倍増高度経済成長の国策は大野見の農業に大きな変化を与え、困難な農業経営の時代を乗り越えるため、大野見では経営規模の拡大、立地条件を活かした経営の改善、茶、養蚕などの導入による換金農業への転換、園芸作物生姜・花木の栽培などの農業振興が進められました。品種改良や農機具の急速な進歩は機械化農業による省力・合理化へ大きく前進し、労働生産性を高めるに至り、さらに協業化が促進され、長野や槙野々久万秋や奈路、三ツ又などの地域は収益性の高い営農団地へ様相を変えています。

総面積の90%余を山地が占め、耕地は10%足らずという大野見の農業は農・林の複合経営に活路を求め、海抜300mの高原地帯に属する大野見地域を縦断する四万十川河畔の河岸段丘・扇状台地は勤勉な先人たちの努力によってきめ細かく開墾され耕田の大半が水田となっています。水田では高原地特有の冷涼的気候と風土により良質米が産出され米の単作地帯を形成し大野見での農業は米作りを主に発展してきました。

1)河川

中土佐町での四万十川は津野町桑が市を経て中土佐町大野見に入り高樋、大股を東流し、萩中川を合流した下川、程落川や島の川を合流して南下、喜田周辺で吉野川、跡川、伊勢川、竹原川を合流し野老野を境に四万十町へ流入します。川の形態は緩やかで、流域の集落では穏やかな里山の原風景が維持されています。流域では中世から四万十川本流や支流では荒野を開拓し、水田化するために中世から様々な工夫で堰を造り水路を開き、それぞれの地区の灌漑用水に充てています。

大野見地域高樋地区の高樋沈下橋は四万十川最上流の沈下橋であり、久万秋橋、長野沈下橋と下流に続きます。沈下橋は対岸との通行を盛んにし、流域での農業を助け、久万秋や奈路、宮野々、三ツ又、長野周辺には広大な農地が開かれています。また、四万十川沿いの芦田集落の黒瀬堰から灌漑と四万十町松葉川電力供給用の水として供給されています。

2)森林

大野見は深山に囲まれ、藩政期に伐採を禁じられたお留山に囲まれていました。島の川国有林は豊富な良材の宝庫として知られています。かつては豊かな天然林が広がっていた四万十川源流域も昭和期に行われた人口造林のため、村内の森林の78%が人口林で占められています。周辺の山々は芹川山や鈴ヶ森など標高500mから840mの低山が連なり、四万十川に注ぐ支流が織り成す多様な生育環境により植生帯は温暖帯上部から冷温暖帯下部の範囲にあります。大野見の原植生をとどめた原生林はほとんど失われ、国有林の轟山谷風景林に樅・栂を優先種とするコガクウツギ・モミ群集の残存林があるほか橋谷社寺林にイスノキ・ウラジロガシ群集が断片的に残ります。南に流れる四十川は 津野町不入山に源を発し、旧大野見村内で下ル川・中津川・桑の又川・程落川・島ノ川・橋谷川・吉野川・跡川・伊勢川・川奥川・栂(つが)ノ川などの支流を併せ四万十町へ流れます。四万十川本流・支流沿いに点在する河岸段丘や扇上台地は余すところ無く開拓されて、豊かな水資源と昼夜の温度差で良質大野見米を産出しています。

(4)四万十町の文化的景観

四万十町は四万十川中流域に属します。かつての窪川町と大正町、十和村が平成18年に合併して誕生した町です。南流す

る四万十川は高南台地に行く手を阻まれ西流し、四万十町大正で梼原川と合流します。梼原川との合流により水量を増した四万十川は徐々に大河の様相を呈して流れ、明治・大正・昭和初期には水運により筏や舟で木材や製紙原料、蕨粉、シズラなどを四万十市下田の河口港まで移出する水運で栄えました。四万十町に入ってからの梼原川は中津川川や多くの小2次支流を集めて本流に注ぎます。背景には良材を育んだ森林があり、多くの御留山が存在していました。明治維新後国有林となったこれらの山々では伐採事業が盛んに行われ、それに伴う雇用、経済、物資の交流が盛んな時期がありました。昭和 19 年敷設の森林軌道跡や軌道橋跡はその繁栄の面影をよく残すものです。

1)梼原川流域の森林とそれを守り育ててきた山村集落(大正中津川)

四万十川流域は、昔から林業が盛んな地域で、平均気温16℃の温暖多雨の高知県にあって、四万十川流域の山間部幡多地域は特に雨量が多、年間降水量は 3000mmにも達します。県東部魚梁瀬地区とともに降雨地域として知られ、この気候条件が、四万十川流域の豊かな森林を育み、長宗我部の時代から土佐の木材は良材として知られるようになり、四万十町奥山の多くの山を藩の留山とし、住民の賦役によって管理され木材が搬出されました。

①久木の森山風景林

元国有林の久木の森山風景林は、中津川川の渓谷沿いに約16万㎡の面積を有し、良材の宝庫で知られた地域を伝える多様な天然木に構成された貴重な森林域で、平成 13 年に旧大正町がこの森林を「2001 年の森」として購入、自然環境の保全、水資源の涵養など森林のもつ公益機能の啓発を図る人々の憩いの場として位置づけました。

②日本最古の複層林

藩制時代の文化8年(1811)に杉・桧が植えられた日本最古の人工林の一つで、昭和8年(1933)、この森を抜き切りし、翌昭和9年に杉・桧各 500 本を植栽しています。今日では藩政時代の上層林と昭和時代の下層林が立体的な構造をなす「複層林」となり、輪伐法という林業経営法を伝える貴重な存在です。

③国指定重要文化財・旧竹内家住宅

国重要文化財・旧竹内家住宅(藩政末期)はこの地にありましたが昭和 48 年に旧大正町田野々へ移築・保存されています。藩政末期建築の旧竹内家住宅は、四万十山間の生活・建築様式をよく残した貴重な建築物です。

2)山村の恵みの流通と往来(三島地区)

四万十川によって、流域で伐採された材木は筏流し、あるいは管流で河口の下田まで運ばれ、廻船によって京・大阪へ移出されました。四万十川では、センビや高瀬舟、センバといった川舟を使った水運も発達しました。上流域から水運により搬出されたものは材木の他に炭、カジ・楮・三椏などの製紙材料や蕨粉、仙花紙・シズラ(蕨根の芯の繊維)などがあり、河口の下田港の地から塩や金物などの日用品が四万十川流域、奥地山間部へ運ばれました。川沿いに点在する集落は、上流と下流を結ぶ休息や宿泊の地で、三島とその左岸の轟集落はその途中に位置しています。三島では水稲や野菜が耕作され、その生業が集落の人々の生活を支え、季節ごとに彩られる景観は、そこを通行する人々の心に感銘を与えます。地域は川を通行する人々の信仰の地でもあり、かつてこの場所にあった三島神社は明治 23 年の洪水で神社を流失、その後昭和集落旧役場横のシロトコに遷座されました。

3)四万十川の恵み(一斗俵地区)

一斗俵地域は勾配の少ない四万十川河岸に展開する穏やかな田園地帯で、良質仁井田を産出する県内有数の穀倉地帯です。四万十川上流地域に位置するこの地域は本流や支流に構築された堰や水路で豊かな水が水田に供給されています。藩の施作で新田開発が行われるようになると新しい水路による灌漑の必要に迫られ、本流、支流に頭首工(堰)が構築された水路で運ばれた四万十川の水は一斗俵や市生原、米奥、大井野などの仁井田平野の生産を助けるようになりました。周辺には人々の開拓と灌漑への苦難の歴史を物語る法師ノ越水路トンネルが、また、資金難から中断した旧大野見村野老野新田への灌漑の用水工事を発電という人智を加えて余水利用の契約を結び、ついに水路を完成させ、灌漑と発電の両用を実現させた松葉川発電所への水路があります。周辺の河岸には石積み堤防や竹林防堤も構築されています。

(5)四万十市の文化的景観

四万十市は高知県の西南部、四万十川の下流に位置します。その地形は旧西土佐村域と、中筋川流域に東西に延びる中村平野、四万十川と後川の河谷沿いの河岸段丘と氾濫原のわずかな耕地と、河口付近の一部を除き、幡多山地と呼ばれる低山がその平地を取り巻いています。四万十川は不入山(津野町)の源を発し延々196kmを流れ、穿入蛇行を繰り返し、渓谷を形成し、所々で激しく、やがてゆったりと大きく流れて、角崎あたりで後川と合流した四万十川は下田港の河口までいくつかの川中島を形成して下田港に至り太平洋に注いでいます。下田は昭和より大正時代に、さらに明治時代にと時代を遡るほど四万十川の水運による四万十川流域、奥地の物資と文化の門戸として栄え、幡多地方での歴史的に重要な場所として位置づけされます。下田は古来より中村の外港として物資、文化の移出入港として重要な位置にあり、独特の発展をしてきた場所です。

1)河川による物流と下田港

下田は昭和より大正時代に、さらに明治時代にと時代を遡るほど四万十川の水運による四万十川流域、奥地の物資と文化の門戸として栄え、幡多地方での歴史的に重要な場所として位置づけされます。古くより四万十川河口、松野山周辺河岸では四万十川奥地山間からの舟で運ばれた産物や筏による木材がこの場所で水揚げされました。明治の頃の松野山には木炭や紙、製紙材料などの山林資源を保管する倉庫が立ち並び、ここより小舟に積み替えて沖の廻船まで運ぶ作業で賑わい、山林資源を商う商人たちは下田上町に住み、その豪商振りを競ったといいます。明治末期から河床の上昇から、物流の中心が青砂島に移ってからも四万十川奥地の産物はこの松野山に荷揚げされ、洪水に備えた石積みの上に建つ松野山の民家の敷地配置には往時の面影が残っています。下田港は古くより四万十川河口流域の重要な港として機能してきましたが、特に鎌倉時代に入って九条家領幡多荘が成立し、建長2年(1250)一条家の荘園として受け継がれて以来幡多庄の年貢をはじめ荘内の産物の積出港や対明貿易の避難港として重要な役割を果たしました。下田港は、土佐でも屈指の移出港として大型の交易や客船などの船舶の往来があり、それに伴う商業、工業が盛んになり大いに繁栄しています。河床の上昇により、岩壁や防潮堤が構築され、新道が通行するようになり港の様子は著しく変化して現在に至ってい

ます。

2)下田集落

下田はその四万十市鍋島の南方、四万十川河口左岸に位置します。四万十川下田は広域には松野山・串江・和田・水戸(青砂島)を含む地域を指していいます。古津賀あたりより主要地方道中村下田港線が竹島川沿いに下田港に至り、串江の境辺りで主要地方道中村下田口線が北上、旧道は藩政期安永年間前後に描かれたという幡多郡下田浦の図の地割りを残し、集落をつないでいます。周辺には根の首山遺跡があり、近年、下田港周辺は西南大規模公園として整備されています。

3．文化財を活かした地域づくり

NPO 四万十 WORKS とNPO四万十 ART の活動について

四万十川流域の5市町(四万十市・四万十町・中土佐町・津野町・梼原町)では現在重要文化的景観の選定を目指して各地で調査が進んでいます。四万十川流域は豊富な自然と先人の残した文化的資源が木々の間に見え隠れして、今まで人知れず忘れ去られようとしてきました。今回の調査の中で四万十川に関係する、昭和期に架けられた沈下橋や両側の集落、里山から奥山の森林、近代期に機能したRC造の橋やトンネルの森林鉄道遺産など多くの近代化遺産の存在とその価値、また、それらが流域の人々の生業に深く関連してきたことなど、住民にとって学ぶべき歴史をもつ大切なものであることが認識されました。

四万十川中流域で活動を展開している組織があります。文化財を調査研究し、活用提案する組織が四万十WORKSです。またその提案を実際に活かして企画活用を実践する組織が NPO 四万十ARTです。この二つの団体は地域に現存する有形無形の遺産を地域づくりに活用し、町外からの観光客を導入、交流することで地域づくりに活かそうとしています。NPO 四万十ART の現在までの活動は旧竹内家住宅(重要文化財)・四万十町民俗資料館・旧門脇家住宅(登録有形文化財)の四万十町からの管理委託により、清掃・ガイド等を実施、また、3ヶ月に一回の地域住民を交えた「四万十川流域地域再生文化講演会」、年2回の福祉会館を使っての老人向け「四万十福笑い劇場」、住民参加の文化財見学研修の開催などを行います。特に今年2年目の「四万十街道ひなまつり」は四万十川流域の6ヶ所で雛人形を展示し、3000 人参加の地域活性化に貢献しました。

参考文献・資料

魅力ある風景を未来へ　文化的景観の保護制度、文化庁

梼原町史（1）（2）（3）、梼原町史編纂委員会

東津野村村史（1989 年発行）、東津野村教育委員会

葉山村史（1980 年発行）、葉山編纂委員会

大野見村史（昭和 31 年発行）、大野見村史編纂委員会

大野見村史（昭和 56 年発行）、大野見村史編纂委員会

大正町誌（昭和 45 年発行）、大正町史編纂委員会

大正町誌（平成 18 年発行）、大正町史編纂委員会

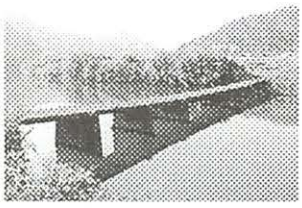
窪川町史（平成 17 年発行）、　窪川町史編纂委員会

十和村史（昭和 59 年発行）、十和村

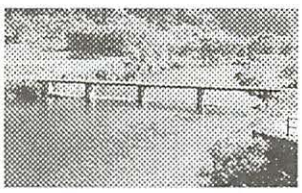
中村市史（昭和 59 年発行）、中村市史編纂委員会

四万十川民俗誌（平成 11 年発行）、雄山閣出版、野本寛一著

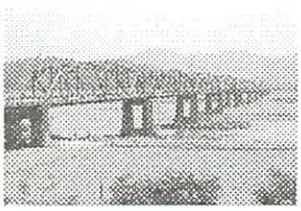
添　付



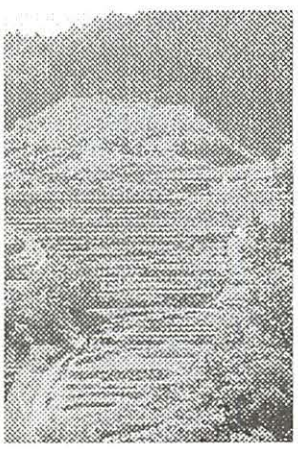
一途俵(四万十町)



高桶橋(中土佐町大野見)



赤鉄橋(四万十市)



千枚田(梼原町)

北川集落(津野町)

［四万十・流域圏学会誌　第7巻　第2号　13-18　2008］

〈特別寄稿〉

子ども達の未来を育む森林環境教育

斎　藤　由　貴*

1．はじめに

次代を担う子ども達に森や自然に親しんでもらい、環境問題への意識を高めてもらおうと、子ども達が自然と触れ合う機会となる取り組みが県下各地で行われている。活動内容は、学校に限らず地域住民やボランティア団体等が主体となって、自分たちの暮らす身近な地域での自然体験や、環境の現状を観察したり、下流域と上流域との交流を図りながら森林づくりの大切さを学んだり、森・川・海の連携から流域一体となって再生事業に取り組む等、様々である。

ここでは、子ども達を対象とした森林環境教育に関する事業の中で当会が関わっている取り組みを中心に報告する。

2．子ども達を対象とした森林環境教育

2.1 「緑の募金」を活用した森林環境教育支援事業

当会は、「緑の募金による森林整備等の推進に関する法律（平成七年法律第八十八号）」に基づき、高知県知事より指定を受け、「緑の募金」に関する業務を行うことのできる県内唯一の法人として緑の募金活動を行っている。

高知県内で集められた「緑の募金」は、水源林の保全や下刈り、間伐作業等の森林の整備、地域の緑化計画・運動や緑の少年団活動を支援する緑化の推進、そして緑を通じた国際協力といった事業に活用されている。

ここでは、「緑の募金」を活用し、森林環境教育を支援した事業を紹介する。

2.1.1 四万十川の環境問題を考える若武者育成プロジェクト

高知県立四万十高等学校では、四万十川を中心とする豊かな自然環境が、年々川や道路のごみや汚れが目立つようになっている現状を知ってもらい、森と川のつながりや環境問題に少しでも関心をもってもらうこと、そして四万十川の抱える環境問題を解決する人材（若武者）になってもらうことを目的として、同校の学生が「WZF若武者絶対増やす実行委員会」を立ち上げ、四万十川の環境問題を考える若武者育成プロジェクトを開催している。

平成19年8月18日から19日にかけて1泊2日の日程で県内外から中学生とその保護者等合計41名が参加し、同校と四万十川で環境学習及び体験活動を実施した。

まず、開会式では、実行委員によるプレゼンテーションにより同校の取り組みと四万十川を中心とする森や緑、同実行委員会の活動を紹介した。開会式の後、河原に移動し、参加者同士の交流を深め、四万十川河辺の植物に親しんでもらうことを目的として、「葉っぱジャンケン」を行った。次に、四万十川の現状をより分かりやすく理解してもらうために水生昆虫学習を実施し、水質の変化に伴って、棲むものも変わるということを伝えた。また、カヌー体験により、四万十川周辺の緑など自然の豊かさを体感してもらい、川の目線から森や水の透明度、魚など生き物を見てもらった。最後には、参加者との意見交換会を行い、「若武者の活動を学校から学校に伝え、交流の機会を増やすこと」、「釣り人や観光客など色んな人に自分たちの活動をアピールし、環境意識を高めてもらうこと」、「身の回りの森をはじめとする、川や緑などの自然の現状を知ってもらうこと」という意見が出された。

今回のイベントでは、参加者の環境問題に積極的に取り組む姿勢や、地域の人にも支えられ、同実行委員会のメンバーも若武者として新たな一歩を踏み出す活動となったようである。

写真-1　水生昆虫学習（高岡郡四万十町）

2.1.2 高校生の森づくり活動等への促進事業

四国森林管理局では、森林の中で様々な体験活動などを通じて、人々の生活や環境と森林の関係について学び、森林の有する多面的重要性や森林整備、木材利用の必要性などに対する理解と関心を醸成するため、子どもたちを対象にした森林環境教育を年間80回程度実施している。

しかし、森林づくり活動や環境問題の解決のための取り組み等の即戦力となる高校生を対象とした森林環境教育は全体の5%に満たないのが現状である。

その中で、高校生の森林づくり活動等への自主的な参加を目的として平成19年6月、高知県立高知農業高等学校森林総学科の学生を対象に森林環境教育を当会との共催事業として実施した。

まず、1年生は、これから専門教科を学んでいくことから、嶺北にある黒森山国有林を見学し、林業の現場や国有林野事業の業務や、実際森林官が行っている仕事を学んだ。

2年生は、同校において、林業白書や森林・林業基本計画、美しい森づくり推進国民運動など、最近の森林・林業・

＊　社団法人高知県森と緑の会　〒782-0078　高知県香美市土佐山田町大平80　高知県森林総合センター内

木材産業を取り巻く状況や四国の森林・林業の現状等について学んだ。その中で、当会は「緑の募金」についての趣旨を説明し、県内で緑の募金を活用して森林の整備や緑化の推進に取り組んでいる公募事業団体の取り組みを紹介した。

3年生は、これまで習った各分野を直接見聞きするため、治山事業コース、林道事業コース、木材販売コースの3コースに分かれ、嶺北・高知中部・安芸の各国有林で施工中の治山・林道・生産現場や、民間の木材市場、加工施設等で学習した。

同局では、今後とも地域や教育機関と連携し、ニーズを反映した多様な取り組みを展開していくこととしている。

写真-2　木材市場の見学（高知市仁井田）

2.2 「森林環境税」を活用した事業

高知県は、全国に先駆けて平成15年から「森林環境税」を導入し、「豊かな森林の恵みに感謝し、森林や山を守ることの重要性に対する理解と関心を深め、県民一人ひとりが森林を守る活動に参加し、また自ら行動することによって山を守り育て次代へと引き継いでいく」という趣旨で、「こうち山の日」（11月11日）を制定。この趣旨に基づき、次世代を担う子ども達などを対象に、山に対する関心を深め、森林や林業に対する理解を深めるため、地域の学校等からの要請に応じて山の一日先生を派遣して森林環境学習等を実施している。

当会では、平成19年度に高知県から森林環境税を活用した公募事業を実施する団体へ交付するための補助金を受け、こうち山の日推進事業や山の一日先生派遣事業を実施する団体の公募を行った。

2.2.1 こうち山の日推進事業

「こうち山の日」制定趣旨に即した先導的な提案を求め、①森林保全活動等に関するもの（森林保全活動、林業作業体験等）、②森林環境学習等に関するもの、③都市と山村の交流促進等に関するもの（普及啓発・交流を促進する活動等）、④木と親しむ取り組みという活動内容で実施する団体を募集し、計20団体が実施、合計1,962名が参加した。その中で、小中学生を対象に森林環境学習等に取り組んだ5団体を紹介する。

(1) 森林通りを作ろう！（事業実施団体：高知市立朝倉中学校ＰＴＡ）

豊かな森林の恵みに感謝し、森林や山を守ることの重要性に対する理解と関心を深め、市民・生徒ひとりひとりが森林や山を守る活動を今まで以上に推進していくため、森林環境学習等の教材として高知市立朝倉中学校の校内に森林通りを作成した。

平成19年8月から11月11日の「こうち山の日」に向け、高知大学教育学部日本画担当教授である別府道雄先生の指導のもと、高知大学の学生5名が、実際に安芸郡馬路村に行き、写生してきたものを元に、高知県の県木であるヤナセスギをメインとして万緑が生き生きと生命感にあふれる姿を描きあげた、「緑燃ゆ（みどりもゆ）」が学校校舎壁面に完成。また、反対側の壁面には、高知大学の学生たちの指導を受けながら、生徒たちが、「こうち山の日」のキャラクターを中心に森林に関わる絵を描きあげた。更に、自分達の住んでいる所を少しでも知ってもらおうと、県の鳥・花・魚なども描かれた。併せて説明文も掲示するなどし、学校の廊下という身近な場所に作られた「森林通り」で、日頃から意識を持ってもらえるような環境づくりを行った。

写真-3　校舎壁面に絵を描く大学生（高知市朝倉）

(2) おやこふれあい林間学校＆山の生活体験（事業実施団体：十津小学校区青少年育成協議会）

平成19年8月4日から5日の一泊二日の日程で、高知市立十津小学校の児童とその保護者、卒業生と広く市民にも呼びかけて参加を募り、スタッフも含めて52名が参加し、長岡郡大豊町立立川小学校（休校中）にて体験学習が実施された。

1日目は、地元の立川体験交流の会の指導のもと、山の素材を使って山の料理教室、地元の人に教えてもらってまき割り、山に自生している茶葉を摘んできて葉をちぎり火であぶっての即席のお茶作り、わらじ作り等に挑戦。更に、昼と夜の虫捕りや自分達で切った薪で沸かしたお風呂に入った。

2日目は、竹の飯ごうを使っての朝食づくりからはじまり、その後、動植物の観察をして、山内の殿様も泊まった立川御殿の中へ入り、地元の人の説明を聞く。昼食は、立川小学校校庭にて地元で採れた野菜も流れてくるそうめん流しの後片づけをして、2日間の山の生活体験を終了した。

参加者からは、「普段の生活では体験できない薪割り、外でのお風呂など自分達だけではできない経験が出来て楽しかった」、「普段は使わせてもらえない危ない道具を使う事により失敗すれば自分も怪我をするし、こういう物で

他人を傷つけてはいけないということを子どもたちが暗黙のうちに知るのではないか」という声も聞かれ、地元の立川体験交流の会からも「旧立川小学校を使っていただきありがとうございます。静かな集落に子どもたちの歓声がこだました２日間、楽しい時間を過ごさせていただきました。四季を通しての自然の厳しさ、やさしさ、いつの日かまた体感しに来てください。」との便りが寄せられた。

今回の体験活動を通して地元の人たちとの交流と山の生活体験で山についての理解が深まった。

写真-4　生態解説を聞きながら昆虫採取（長岡郡大豊町立川）

(3)森づくり体験と源流を訪ねて（事業実施団体：社団法人高知県山林協会）

平成19年10月5日に香美市物部町にて高知市立大津小学校の児童を対象に中央東林業事務所及び香美市役所の職員を指導員に迎え、総勢135名が参加し、下刈り体験や物部川の源流を散策しながら森林環境学習を実施した。

社団法人高知県山林協会は、平成15年度に高知市立大津小学校の総合学習と連携し、「森林の働きと植林体験」として香美市物部町にある市有の林地にクヌギを植林した。以降毎年同校の児童による森林環境学習を支援し、自然環境の保全と森林の多面的機能の発揮に欠かせない森林施業を体験することにより、森林や山を守る重要性に理解を深めてきている。今回は４度目の下刈りを行うことで、苗木の生育状況の観察と森づくりの必要性を体験した。舟入川の環境をテーマとしている同校の総合的学習に順次、川の水はどこからきたのか、物部川の源流を訪ね、物部川の上流から下流へと続く水の流れを観察することで、川や森の環境を学習。指導員

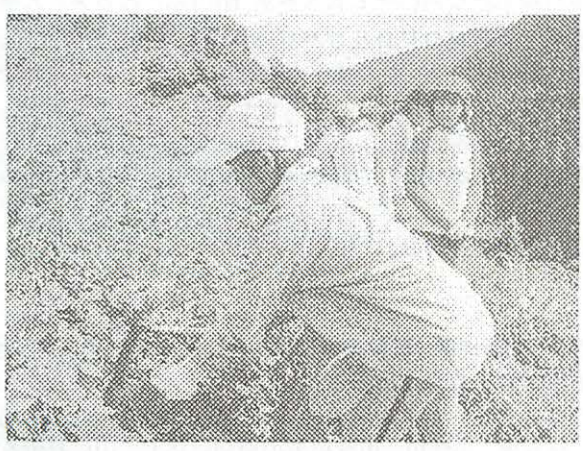


写真-5　下刈り体験（香美市物部町市有林）

である中央東林業事務所及び香美市役所の職員と森林保全活動を一緒にすることで、山村との交流をはかり、県民参加の森づくりを推進することができた。

(4)緑豊かな森を守ろう－森林環境保全学習－（事業実施団体：高知市立一宮小学校開かれた学校づくり推進委員会）

平成19年10月23日、高知市鏡にある鏡水源の森にて、高知市立一宮小学校の児童と保護者、地域の人々等130名で森林環境保全学習を実施した。

同校の５年生が前年度より種から育ててきた苗木を、高知市の水源地である鏡水源の森の一画に設けられた同校の学校林「どんぐりの森」に植樹した。また、講師を招聘して事前と事後の学習を実施し、植樹等森林保全に対する関心を深めた。「森の働きは？」という問いかけに対して、子どもたちからは、すぐに「水を蓄える」「酸素を作る」「水をつくる」などの回答が返ってきた。「やすらぎもくれるんだよ」という言葉にうなずく子どもたちの姿もあった。植樹の際には、ひとり一つずつ苗木を持ち、日付と名前そして、メッセージが書かれた手作りの札が一緒に立てられた。植樹作業が終わった後、間伐材を利用した歩道づくりが行われた。

後日、この鏡水源の森での実体験を含めて学習してきたことをまとめ、11月11日に高知市中央公園で開かれた「こうち山の恵み感謝祭」において、森林の役割や大切さを発表し、一般県民・市民に広く知らせる取り組みとなった。

写真-6　間伐体験（高知市鏡水源の森）

(5) 学校林に周遊道案内板や四万十川沈下橋を展望する東屋をつくろう（事業実施団体：四万十町立米奥小学校ＰＴＡ）

平成19年11月17日、高岡郡四万十町立米奥小学校の学校林にて、同校の児童と保護者、地域住民も含め57名が参

写真-7　東屋落成式（高岡郡四万十町米奥）

加し、周遊道案内板の設置や東屋の落成式が行われた。周遊林道に生えている樹木に名札を付けながら頂上まで登り、完成した東屋で落成式の後、講師による樹木の実や種についての学習会が実施された。

事前に、多くの地域ボランティアの協力のもと、勾配の急な周遊道を上り下りしての東屋の建設や周遊林道の整備が行われた。児童も東屋の屋根を完成させる作業等に参加することができた。東屋を設置した展望所からは、四万十川唯一の有形文化財である最古の壱斗表沈下橋及び最新の米奥沈下橋が同時に一望できる最適の場所にあり、案内板も必要不可欠であると考え、5、6 学年児童が図工授業の取り組みとして描きあげてくれた案内板を、登り口県道脇にセメントで固定した。

学校と地域住民とが協力し合い、米奥の良さを考える活動をなった。

2.2.2 山の一日先生派遣事業

高知県下の保育園、幼稚園、小学校、中学校などの子どもたちに、森林環境について知ってもらい、山の大切さ・山への関心を深めてもらうために、間伐体験やクラフト等森林学習を行なう先生を派遣する団体の募集を行った。19 年度に実施された活動を地区別に紹介する。

(1) 安芸地区（事業実施団体：あきネイチャー）

森林環境学習「こんな森を地域で見つけよう」をテーマに、自然観察やネイチャークラフト、林業体験、自然遊びなどを通し、次世代を担う子ども達などを対象に、山に対する関心を深め、森林や林業に対する理解を深めてもらうため、自然観察指導員や森林の専門家たちによる実践指導を学校等へ派遣した。

実施内容は次の通りである（表－1）。

	実施日	実施場所	実施内容	対象者	参加人数
1	平成19年 9月7日（金）	安芸本町コミュニティセンター	草木染め	あきっ子クラブ 1学年～4学年	12名
2	平成19年 10月24日（水）	土居公民館（安芸市）	ミツロウで灯りづくり	あきっ子クラブ 1学年～3学年	17名
3	平成19年 11月20日（火）	佐喜浜小学校 入木分校	自然観察 ネイチャークラフト	佐喜浜小学校入木分校 1学年～4学年	7名
4	平成19年 12月9日（日）	安芸第一小学校他	ネイチャーゲーム 木の実リースづくり	安芸第一小学校 2年生	58名
5	平成19年 12月15日（土）	赤野公民館（安芸市）	椿油づくり	赤野公民館どようびクラブ 1学年～5学年	6名
6	平成19年 12月19日（水）	芸西保育所	自然物を使って遊ぶ	芸西保育所園児	79名
7	平成20年 1月17日（木）	安芸城跡の森	森遊ぶ 野鳥巣箱かけ	土居保育所園児	37名
8	平成20年 2月26日（火）	安芸市立下山小学校	森林環境学習 フィールドワーク	安芸市立下山小学校 3～5年生	10名

表-1　安芸地区山の一日先生派遣事業実績一覧（あきネイチャー）

(2) 中央東地区（①事業実施団体：社団法人高知県山林協会）

自然観察、森林学習、木工クラフト、ネイチャーゲーム、間伐体験やしいたけ栽培等の森づくり体験等を通して、幼稚園、保育園、小学校、中学校等の要望に応じ、山に対する関心を深め、森林や林業に対する理解を深めてもらうため、地域の森林・林業の専門家や森林組合、森林・林業関係等の協力を得ながら、学校林や校庭、甫喜ヶ峰森林公園等を活用して森林環境学習の場を開催した。

実施内容は、次の通りである（表－2）。

	実施日	実施場所	実施内容	対象者	参加人数
1	平成19年 7月27日（金）	高知市神田	木工クラフト （ペン立て作り）	神田小放課後児童クラブ 1～3年生	98名
2	平成19年 8月17日（金）	南国市下末松	ネイチャークラフト （森の生き物作り）	長岡小めだか学童クラブ 1～3年生	22名
3	平成19年 9月7日（金）	いの町長沢他	森林学習、間伐体験 バイオエネルギー見学	香南市立野市小学校 4年生	108名
4	平成19年 10月1日（月）	高知市介良	ネイチャークラフト （森の生き物作り）	介良小放課後児童クラブ 1～3年生	49名
5	平成19年 10月4日（木）	香美市土佐山田町	森林学習 炭素固定量測定	香南市立野市小学校 6年生	37名
6	平成19年 10月5日（金）	香美市土佐山田町	森林学習 木工クラフト（リスの巣箱作り）	香南市立野市小学校 6年生	37名
7	平成19年 10月21日（日）	香南市野市町	森林学習、木工クラフト（ツリーハウス、ベンチ、巣箱作り）	香南市立野市小学校 4年生、保護者	160名
8	平成19年 10月24日（水）	香美市土佐山田町	ネイチャークラフト （木の実） 森林散策	香南市立野市保育園 年長児	65名
9	平成19年 10月25日（木）	香美市土佐山田町	森林学習 間伐体験	高知市立第四小学校 5年生	84名
10	平成19年 11月1日（木）	高知市鴨部	森林学習 ネイチャークラフト（万華鏡）	高知市立鴨部小学校 3年生	250名
11	平成19年 11月2日（金）	香美市土佐山田町	森林学習、ネイチャーゲーム 森林散策	高知市立高須小学校 4年生	136名
12	平成19年 11月2日（金）	香南市野市町	森林学習 木工クラフト（プランター作り）	香南市立野市小学校 6年生、保護者	200名
13	平成19年 11月9日（金）	香南市野市町佐古	木工クラフト （ペン立て作り）	香南市立佐古保育園 年長児	31名
14	平成19年 11月10日 （土）	南国市大そね	木工クラフト（ベンチ、木の実クラフト、小物入れ、、本立て他）	南国市立大篠保育園 全園児、保護者	350名
15	平成19年 11月30日（金）	香美市土佐山田町	森林学習 間伐体験	南国市立久礼田小学校 5年生	44名
16	平成19年 12月4日（火）	香美市土佐山田町	森林学習 間伐体験	高知市立潮江南小学校 5年生	76名
17	平成19年 12月26日（水）	高知市長浜	森林学習 ネイチャーゲーム	長浜小ゆうかり放課後クラブ 1～3年生	40名
18	平成20年 1月23日（水）	高知市高須	木工クラフト （ペン立て、木の鉛筆作り）	高知市立高須幼稚園 年長児、保護者	96名
19	平成20年 2月23日（土）	南国市大そね	木工クラフト	南国市立大篠保育園 年長児、保護者	40名

表-2　中央東地区山の一日先生派遣事業実績一覧（社団法人高知県山林協会）

(3) 中央東地区（②事業実施団体：情報交流館ネットワーク）

学校等に様々な分野の指導者を派遣し、ふれあいの場を提供すると共に、自然への関心を高め、山を守り育てることの大切さ、森林や林業に対する理解、自然と人とのよりよき関係とは何かに気づいてもらうため、①川から森を考える学習、②環境学習教材ＤＶＤ及びパワーポイント等を使った学習、③里山林（学校林）での種々の森林環境学習、④人工林での間伐体験授業、⑤ツリーハウス作り等を通した木や林業・森林の学習、⑥各種木工教室での出前授業、⑦万華鏡づくりと自然観察、⑧森の散策や自然への誘いの学習、⑨その他の教室（バードカービング、押し花など）の以上９つのプログラムにて指導を行った。

実施内容は、次の通りである（表－3）。

(4) 中央西地区（事業実施団体：社団法人高知県山林協会）

自然観察、森林学習、木工クラフト、ネイチャーゲーム、間伐体験やしいたけ栽培等の森づくり体験等を通して、幼稚園、保育園、小学校、中学校等の要望に応じ、山に対する関

	実施日	実施場所	実施内容	講師名	参加人数
1	平成19年 8月8日(水)	高知市	自然現象やその不思議さに関心を持たせる環境学習	江ノ口小学校 放課後児童クラブ	23名
2	平成19年 8月10日(金)	高知市	自然にあるものを利用し、その不思議さを感じ理解する学習	初月小学校 第一放課後児童クラブ	54名
3	平成19年 8月12日(日)	仁淀川町池川 仁淀川支流土居川鮎	「川の駅」と環境学習	よさこいチーム『楽生』	45名
4	平成19年 8月22日(水)	高知市	創作活動を楽しむ万華鏡作りと万華鏡遊び、ラワンの種飛ばし	初月小学校第二放課後児童クラブ	54名
5	平成19年 9月4日(火)	物部川下流ヨコゼ	川から森を考える「川の駅」と環境学習	野市小学校 3年生	31名
6	平成19年 9月13日(木)	物部川下流ヨコゼ	川から森を考える「川の駅」と環境学習	野市小学校 3年生	30名
7	平成19年 9月21日(金)	高知市	身近な材料を使って工作をする	十津小学校 クローバー教室	13名
8	平成19年 9月26日(水)	物部川下流ヨコゼ	川から森を考える「川の駅」と環境学習	楠目小学校 4年生	32名
9	平成19年 10月5日(金)	高ノ森	地域にある高ノ森の自然について調べる	横内小学校 5年生	97名
10	平成19年 10月5日(金)	大宮小学校	アサギマダラという蝶の生態を学習することによって、蝶の生息できる自然環境を守り育てていくことの大切さを学習する	大宮小学校4年1,2組	36名
11	平成19年 10月5日(金)	物部川下流ヨコゼ	川から森を考える「川の駅」と環境学習	野市小学校 3年2組	30名
12	平成19年 10月16日(火)	香美市秋葉山	昆虫とくに海を渡り旅をする蝶、アサギマダラの観察会を通して命の不思議さ、生きることの意義などを体験的に知る	野市小学校4年2組	34名
13	平成19年 10月22日(月)	大宮小学校 香北町前山公園	アサギマダラという蝶の生態を学習する第2弾	大宮小学校 4年1,2組	36名
14	平成19年 10月29日(月)	情報交流館里山 テラス前広場	先人たちの知恵に学ぶ 竹についての学習と竹の利用として竹飯の作り方指導	高知工科大学生	10名
15	平成19年 10月29日(月)	香北町美良布	アサギマダラという蝶の生態を学習し、自然への関心を高める第2弾	野市小学校4年2組	34名
16	平成19年 11月4日(日)	県立月見山こどもの森	自然とふれあうネイチャーゲーム、ぺえぺえ笛を作ろう	朝倉第二小学校区子ども会	39名
17	平成19年 11月9日(金)	のいち動物公園	アサギマダラという蝶の生態を学習し自然への関心を高める第3弾	野市小学校4年2組	34名
18	平成19年 11月11日(日)	楠目小学校	物部川の現状と森や川を大切にするための取り組みについて学ぶ	楠目小学校 4年生	62名
19	平成19年 11月13日(火)	県立月見山こどもの森	木の実の万年層づくり	楠目小学校 2年生	25名
20	平成19年 11月15日(木)	室戸広域公園、室戸スカイライン	アサギマダラという蝶の生態を学習し自然への関心を高める第4弾	野市小学校4年2組	34名
21	平成19年 11月21日(木)	県立月見山こどもの森	木の実を使った「やじろべえ」の製作	楠目小学校 1年生	25名
22	平成19年 12月2日(日)	山田小学校 理科教室	おもしろ理科実験	山田小学校 全学年	74名
23	平成19年 12月7日(金)	香美市土佐山田町大法寺	環境学習、間伐体験	佐岡小学校 5,6年生	12名
24	平成19年 12月16日(日)	香美市土佐山田町大法寺	環境学習、間伐体験	高知工科大学生	8名
25	平成19年 12月22日(土)	県立野市青少年センター	ミニ門松づくり	小学1年生から6年生までの親子	54名
26	平成20年 1月13日(日)	香美市物部町ヒカリ石国有林	環境学習、間伐体験	高知工科大学生	58名
27	平成20年 2月21日(木)	県立野市青少年センター	環境学習、万華鏡作り	長浜保育園	56名
28	平成20年 2月22日(金)	鏡野中学校	環境学習	鏡野中学校 1年生	29名

表-3　中央東地区山の一日先生派遣事業実績一覧（情報交流館ネットワーク）

心を深め、森林や林業に対する理解を深めてもらうため、地域の森林・林業の専門家や森林組合、森林・林業関係等の協力を得ながら、学校林や校庭等を活用して森林環境学習の場を開催した。

実施内容は、次の通りである（表－4）。

	実施日	実施場所	実施内容	対象者	参加人数
1	平成19年 9月2日(日)	土佐市高岡町	森林学習 ネイチャークラフト	土佐市立高岡第一小学校 5年生	107名
2	平成19年 9月12日(水)	吾川郡いの町吾北小川	森林学習 しいたけ栽培	いの町立小川小学校 1～6年生	38名
3	平成19年 10月12日(金)	高岡郡佐川町	森林学習 ネイチャークラフト	高知県立佐川高等学校 1年生	92名
4	平成19年 10月15日(月)	土佐市谷地	森林学習 こけの学習	土佐市立北原小谷地分校 3年生	2名
5	平成19年 10月31日(水)	吾川郡仁淀川町	森林学習 間伐体験	仁淀川町立大崎小学校 5年生	22名
6	平成19年 11月14日(水)	高岡郡佐川町	森林散策	斗賀野中央保育園 年長児	35名
7	平成19年 12月15日(土)	吾川郡春野町	ネイチャークラフト	高知チャレンジドクラブ	12名
8	平成20年 1月24日(木)	吾川郡いの町	森林学習 しいたけ栽培	いの町立八田保育園 2～5歳児	24名
9	平成20年 1月25日(金)	吾川郡仁淀川町	森林学習 しいたけ栽培	仁淀川町立大崎小学校 6年生	12名
10	平成20年 2月12日(火)	吾川郡いの町本川長沢	ネイチャークラフト	いの町立本川へき地保育園 4、5歳児	15名
11	平成20年 2月14日(木)	吾川郡いの町	ネイチャークラフト	いの町立伊野保育園 5歳児	41名
12	平成20年 2月22日(金)	吾川郡いの町吾北小川	森林学習 木工クラフト	いの町立小川小学校 6年生	7名

表-4　中央西地区山の一日先生派遣事業実績一覧（社団法人高知県山林協会）

(5)嶺北地区（事業実施団体：ＮＰＯ法人土佐さめうら観光協会「道の駅　さめうら」）

山に対する関心を深め、森林や林業に対する理解を深めてもらうため、地域の学校等に、木工と間伐体験や森林や山に関する環境学習をあわせた体験学習の場を提供した。

実施内容は、次の通りである（表－5）。

	実施日	実施場所	実施内容	対象者	参加人数
1	平成19年 10月22日(月)	土佐郡土佐町	森林学習 木工教室	土佐町立森小学校 4,5,6年生	35名
2	平成19年 11月1日(木)	土佐郡土佐町	森林学習 木工教室	土佐町立石原小学校 1～5年生	19名
3	平成19年 11月26日(月)	長岡郡大豊町町	森林学習 木工教室	大豊町立大豊小学校 3,4,5年生	12名
4	平成19年 12月26日(水)	土佐郡大川村	森林学習 木工教室	大川村立大川小学校 3,4,5年生 大川村立大川中学校 1,2年生	25名
5	平成20年 2月27日(水)	長岡郡大豊町	森林学習 木工教室	大豊町立大杉小学校 4年生	17名
6	平成20年 2月28日(木)	長岡郡本山町	森林学習 木工教室	本山町立吉野小学校 6年生	13名

表-5　嶺北地区山の一日先生派遣事業実績一覧（ＮＰＯ法人土佐さめうら観光協会「道の駅　さめうら」）

(6)須崎地区（事業実施団体：津野町森の拠点づくり運営委員会）

津野町の森の交流体験施設である「森の楽園」を核として、次代を担う子どもたちに、自然体験教室・森林教室、シイタケ栽培教室、木工教室などの体験を通して、ふれあい、学び、親しみ、楽しむことにより森林資源や自然環境の重要性に対する理解と感心を深めてもらうための「森の楽園」セミナー開催した。

実施内容は、次の通りである（表－6）。

	実施日	実施場所	実施内容	対象者	参加人数
1	平成19年 12月18日（火）	高岡郡中土佐町	森の学習 木工細工	中土佐町立 久礼小学校5年生	48人
2	平成20年 1月30日（水）	高岡郡津野町	椎茸栽培学習	津野町立 船戸小学校全児童 船戸幼稚園　年長組	35人
3	平成20年 2月18日（月）	高岡郡津野町	椎茸栽培学習 森の学習	津野町立 中央小学校4年生	24人
4	平成20年 2月19日（火）	高岡郡津野町	木工細工	津野町立 中央小学校4年生	24人

表-6　須崎地区山の一日先生派遣事業実績一覧（津野町森の拠点づくり運営委員会）

(7)幡多地区（事業実施団体：社団法人高知県山林協会）

自然観察、森林学習、木工クラフト、ネイチャーゲーム、間伐体験やしいたけ栽培等の森づくり体験等を通して、幼稚園、保育園、小学校、中学校やＰＴＡ、放課後児童クラブを含む関連団体等の要望に応じ、山に対する関心を深め、森林や林業に対する理解を深めてもらうため、地域の森林・林業の専門家や森林組合、森林・林業関係者等の協力を得ながら、学校林や校庭、自然公園等を活用して森林環境学習の場を開催した。

実施内容は、次の通りである（表－7）。

	実施日	実施場所	実施内容	対象者	参加人数
1	平成19年 11月2日（金）	土佐清水市大岐	森林学習 ネイチャークラフト ネイチャーゲーム	土佐清水市立 幡陽小学校1年生	11名
2	平成19年 11月19日（月）	黒潮町出口	森林学習 木の名札作り	黒潮町立 三浦小学校3，4年生	17名
3	平成19年 11月20日（火）	四万十市利岡	森林学習 ネイチャーゲーム	四万十市立 利岡小学校全校生	47名
4	平成19年 12月20日（木）	四万十市具同	森林学習 木の名札作り	四万十市立 具同小学校4年生	87名
5	平成20年 1月15日（火）	宿毛市小筑紫町	森林学習 木工クラフト	宿毛市立 小筑紫小学校5，6年生	33名
6	平成20年 1月17日（木）	四万十市具同	森林学習 間伐体験 ネイチャークラフト	四万十市立 具同小学校5年生	69名
7	平成20年 1月22日（火）	四万十市蕨岡	森林学習 しいたけ駒打ち体験	四万十市立 蕨岡小学校 3，4年生	27名
8	平成20年 2月15日（金）	四万十市具同	森林学習 しいたけ駒打ち体験	四万十市立 具同小学校4年生	86名

表-7　幡多地区山の一日先生派遣事業実績一覧（社団法人高知県山林協会）

3．おわりに

私たちには、豊かな緑と水のある環境を、次の子ども達へ、更にまた次の子ども達へと引き継いでいく役割がある。そのためには、森林及び樹木が、水源のかん養や環境の保全等人間の健康で文化的な生活を確保する上で欠くことのできない役割を果たしているという重要性を認識し、森林の整備及び緑化の推進への自発的な活動を生かし、積極的に取り組みを進めていかなくてはならない。

ここで紹介した事業のように、森林環境教育を実施し、森を守り育てていくことを子ども達に伝える地域住民や森林ボランティア団体の活動を持続させるための支援をしていくことと、この活動を幅広く伝えていくことが当会の役目である。今後とも、緑の募金活動を行う団体として趣旨を多くの人に伝え、理解を得るよう働きかけ、子ども達の未来に緑豊かな自然を残せるよう努めていく次第である。

参考・引用文献

1) WZF 若武者絶対増やす実行委員会、2007、“四万十川の環境問題を考える若武者育成プロジェクト報告書”
2) 四国森林管理局、2007、“グリーン四国 2007 年７月号”
3) 高知市立朝倉中学校PTA、2007、“社団法人高知県森と緑の会こうち山の日推進事業費補助金実績報告書”
4) 十津小学校区青少年育成協議会、2007、“社団法人高知県森と緑の会こうち山の日推進事業費補助金実績報告書”
5) 社団法人高知県山林協会、2007、“社団法人高知県森と緑の会こうち山の日推進事業費補助金実績報告書”
6) 高知市立一宮小学校開かれた学校づくり推進委員会、2007、“社団法人高知県森と緑の会こうち山の日推進事業費補助金実績報告書”
7) 四万十町立米奥小学校PTA、2007、“社団法人高知県森と緑の会こうち山の日推進事業費補助金実績報告書”
8) あきネイチャー、2007、“社団法人高知県森と緑の会山の一日先生派遣事業費補助金実績報告書”
9) 社団法人高知県山林協会、2007、“社団法人高知県森と緑の会山の一日先生派遣事業費補助金実績報告書”
10) 情報交流館ネットワーク、2007、“社団法人高知県森と緑の会山の一日先生派遣事業費補助金実績報告書”
11) NPO法人土佐さめうら観光協会「道の駅　さめうら」、2007、“社団法人高知県森と緑の会山の一日先生派遣事業費補助金実績報告書”
12) 津野町森の拠点づくり運営委員会、2007、“社団法人高知県森と緑の会山の一日先生派遣事業費補助金実績報告書”

[四万十・流域圏学会誌　第7巻　第2号　19-22　2008]

＜研究ノート＞

高知県中山間地における潜在的な水生昆虫の種多様性

林紀男 *　稲森隆平 **　蛯江美孝 ***

Potentials of species diversity about aquatic insects appearing in hilly and mountainous area, Kochi

Norio Hayashi*, Ryuhei Inamori**, Yoshitaka Ebie***

* Natural History Museum and Institute, Chiba, 955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba-shi, Chiba-ken 260-8682, Japan

** Faculty of Symbiotic System Sciences, Fukusima University, 1 kanayagawa, Fukushima 960-1296, Japan

*** Research Center for Material Cycles and Waste Management, National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305-8506, Japan

Abstract

The aquatic biota had been investigated for 5 years at newly created artificial shallow ponds in hilly and mountainous area, Kochi. Inflluent water to the ponds was supplied from effluent water of domestic wastewater purification facility. Aquatic plants such as submergents, emergents and emergent surface, were planted into the ponds. Aquatic plants supplied niches to many kinds of aquatic lives such as protists, aquatic insects, amphibian, reptiles, fishes and birds.

A total of 5 orders, 20 families, 31 species of aquatic animals were recorded including 11 species of Odonata, such as *Mortonagrion selenion*, *Ceriagrion melanurum*, *Cercion calamorum calamorum*, *Lestes temporalis*, *Indolestes peregirinus*, *Aeschnophelebia anisoptera*, *Libellula quadrimaculata asahinai*, *Deielia phaon*, *Sympetrum frequens*, *Sympetrum infuscatum* and *Orthetrum albistyrum*. The common characteristics of these dragonflies were habitat as still waterside. These dragonflies used the ponds for breeding ground. The threatened species *Cybister japonicus* (Revel : Critical endangered (CR)1A in Kochi Red Data Book) were appeared and breeded in the ponds. These phenomena suggests us that there are lots of potentials for settlement of aquatic lives by creating the artificial shallow pond.

Key words : species diversity, dragonfly, aquatic plant, pond, threatened species, *Cybister japonicus*

要　旨

中山間地域（高知県土佐町相川）の水田耕作地区において、農業集落排水処理施設からの放流水を人工的に造成した池（面積 140m^2 ×水深 0.5 m × 4 池）に導水し、構成される生物相の構成・変遷を 5 年間にわたり追跡調査した。同池は水生植物植栽浄化法による水質浄化能の実証試験区として沈水植物のササバモ、セキショウモ、浮葉植物のオヒルムシロ、抽水植物のツルヨシなどを実験池周りの自然環境から移植して農業集落排水処理施設の処理水を導入した。同池では、浮遊・付着生物のみならず、ユスリカやトンボなど水生昆虫の幼虫や、カエルなど両生類、これらを捕食しに参集するヘビ類や鳥類に至るまで多様な生物の生息空間を確保し、場の生物多様性を高める上で大きな役割を果たすことを明らかにすることができた。

本実験池において確認できた水生昆虫は 5 目 20 科 31 種であった。このうちトンボ類が 11 種（モートンイトトンボ、キイトトンボ、クロイトトンボ、オオアオイトトンボ、ホソミオツネントンボ、ネアカヨシヤンマ、ヨツボシトンボ、コフキトンボ、アキアカネ、ノシメトンボ、シオカラトンボ）を占め、いずれも止水性種であり、実験池造成と共に飛来し、全種の繁殖定着が確認された。また、高知県レッドデータブックにより絶滅危惧 IA 類 (CR) と位置づけられているゲンゴロウの本実験池での繁殖が確認された。高知の中山間地域において、溜池などの止水環境が乏しい環境条件の場に、恒常的に存在する止水環境を創出することにより潜在的な止水性種の定着化が可能であり、水生生物の種多様性を高められることが確認できた。

*　千葉県立中央博物館環境科学研究科　〒 260-8682　千葉県千葉市中央区青葉町 955-2

**　福島大学理工学群共生システム理工学類　〒 960-1296　福島県福島市金谷川 1

***　独立行政法人国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター　〒 305-8506　茨城県つくば市小野川 16-2

1. はじめに

全国の里山環境にはかつて豊富な溜池や湿田が存在した。しかしながら、圃場整備事業による大規模な灌漑設備の敷設および暗渠排水体系の整備により湿田の乾田化が急速に進展した。灌漑に際しては利水権を得た水域からポンプ揚水による管渠配水体系が整備されたことに起因し、谷津（谷地・谷戸）上流部に築造された溜池に依存した水系水利は廃れつつあるのが現状である。

こうした水田環境の変容は、水田を生活の場としてきた水生生物にとって大きな試練となる例が数多く報告されている[1]。2001年の土地改良法改定により、農村整備事業における環境との調和への配慮が定められ、生態系に配慮した農村整備の取り組みが各種なされ始めている[2-4]。しかしながら、既に大幅に環境改変されてしまった圃場整備済み地区において、水辺環境が一朝一夕に改善される見込みはない。

ここでは、溜池依存による灌漑体系が廃れたために止水環境を遺失して久しい中山間地域[5]において、水生昆虫の出現種多様性に及ぼす人工的溜池環境創出の果たす役割に着目した検討を行うこととした。

2. 方法

2.1 実験池の概要

実験池は地域資源循環技術センター（旧称：農業集落排水協会）の生態系活用型処理施設検討のための実証試験施設として整備されたもの[6]である。位置は、吉野川上流の中山間地域となる高知県土佐町相川（北緯33度43分19秒，東経133度31分55秒：世界測地系）であり、周辺2km以内には溜池が1カ所あるのみで恒常的な止水環境に乏しい地区である。本実験池は、農業集落排水処理施設からの処理水を、水生植物を活用した実験池に導入し、実験池に形成される生態系を有効活用して処理水に残存する窒素・リンのさらなる除去を検討[7]する施設として運用された。

試験は、2000年から2004年の5年間にわたって稼働した。実験池は、幅7m長さ20m深さ50cmの長方形型ため池4基とし、同池には、オヒルムシロ（*Potamogeton natans*）、セキショウモ（*Vallisneria gigantea*）、ササバモ（*Potamogeton dentatus*）、ツルヨシ（*Phragmites japonica*）など複数の植物を植栽した。なお、植栽に用いた水生植物は、全て実験池周辺水域からの移植であり、種遺伝情報の攪乱が憂慮される他地域からの移植は行わないよう配慮[8]した。

2.2 生物調査方法

実験池に見られる水生昆虫類をタモ網を用いて捕獲し同定した。また、飛来するトンボ類をはじめとした水生昆虫は捕虫網等を用いて極力捕獲し、同定に供した。種の同定は、河田(1959)[9]、津田（1962）[10]、枝(1976)[11]、林(1981)[12]、川合(1985)[13]、石田ほか(1988)[14]、森・北山(1993)[15]、杉村ほか(1999)[16]によった。

調査は、春秋はおよそ2週に1回、夏冬は3～4週に1回の頻度とした。

3. 結果および考察

造成した実験池にて確認された水生昆虫類は、表1に示す5目20科31種であった。止水環境である池沼では、一般にタガメ、タイコウチ、ミズカマキリ、ミズムシなどに代表される半翅目、ゲンゴロウ、ガムシなどに代表される鞘翅目、ヤゴの仲間として知られる蜻蛉目などの仲間が多い[17]ことが知られている。本実験池においても、これらの種が優占的に出現することが確認できた。

また、高知県レッドデータブック（動物編）[15]により絶滅危惧IA類（CR）と位置づけられているゲンゴロウ（*Cybister japonicus*）の成虫を実験池稼働中の5カ年にわたり確認することができ、2年目以降は幼虫の生息も継続的に観察され、ゲンゴロウが本実験池において繁殖していることが確認された。本種はオモダカなどの水生植物の植物体内部に産卵し繁殖することが知られている仲間である。実験池にはオモダカ類が生息していないため繁殖は困難かと考えられたが、実験池に新たに植栽したオヒルムシロもしくはツルヨシを繁茂の基質として活用している可能性が示唆される。本実験池の南東約1kmに位置する周辺唯一の止水環境であるオヒルムシロの優占化した農業用ため池にもゲンゴロウが確認できたことから、このため池からの飛来し定着した個体群であると考えられる。ゲンゴロウが産卵基質としてどの水生植物を活用しているのかについては未確認である。また、ゲンゴロウは有機汚濁には耐性が高いものの頻繁に甲羅干しをするため、その場所を確保する必要があることが知られている。実験池ではツルヨシの植栽を行ったため、ゲンゴロウが容易に甲羅干しに上れる環境が整ったことも定着に大きく寄与したものと考えられる。また、タイコウチ（*Laccotrephes japonensis*）の幼虫も成虫と共に5カ年連続で確認できたことから本実験池において繁殖していることが明らかである。2000年には、実験池で死亡した状態のタイコウチの幼虫が複数採集された。これは、タイコウチの幼虫は泳ぎが不得手であり水深1～2cmの浅い場所がないと生育困難であるから溺死したものと推定された。しかしながら、2001年からはこうした溺死幼虫が全く確認されておらず、実験池ではツルヨシの株部が生長して大きな株立ち状態となったこと、およびツルヨシの匍匐枝が伸長してタイコウチが上陸可能な部分が大幅に増大したことなどが大きな役割を果たしたものと考えられる。

蜻蛉目の仲間に着目すると、実験池において成体・ヤゴともそれぞれ11種認められ、いずれのトンボも本実験池内で繁殖していることが確認できている。具体的に

表1　実験池で確認された水生昆虫

蜉蝣目	
コカゲロウ科	
フタバカゲロウ	*Cloëon dipterum*
半翅目	
マツモムシ科	
マツモムシ	*Notonecta triguttata*
ミズムシ科	
コミズムシ	*Diplonychus japonicus*
タイコウチ科	
タイコウチ	*Laccotrephes japonensis*
ミズカマキリ	*Ranatra unicolor*
コオイムシ科	
オオコオイムシ	*Diplonychus mayor*
アメンボ科	
アメンボ	*Aquarius paludum*
シマアメンボ	*Metrocoris histrio*
コバンムシ科	
コバンムシ	*Ilyocoris exclamationis*
鞘翅目	
ゲンゴロウ科	
ゲンゴロウ	*Cybister japonicus*
ミズスマシ科	
ミズスマシ	*Gyrinum japonicus*
ガムシ科	
ヒメガムシ	*Sternolophus rufipes*
ナガドロムシ科	
ナガドロムシ	*Heterocerus fenestratus*
ヒラタドロムシ科	
クシヒゲマルヒラタドロムシ	*Eubrianax granicollis*
ハムシ科	
キイロネクイハムシ	*Donacia provostii*
ホソクチゾウムシ科	
チビゾウムシのなかま	*Nanophyes sp.*
蜻蛉目	
イトトンボ科	
モートンイトトンボ	*Mortonagrion selenion*
キイトトンボ	*Ceriagrion melanurum*
クロイトトンボ	*Cercion calamorum calamorum*
アオイトトンボ科	
オオアオイトトンボ	*Lestes temporalis*
ホソミオツネントンボ	*Indolestes peregirinus*
ヤンマ科	
ネアカヨシヤンマ	*Aeschnophelebia anisoptera*
トンボ科	
ヨツボシトンボ	*Libellula quadrimaculata asahinai*
コフキトンボ	*Deielia phaon*
アキアカネ	*Sympetrum frequens*
ノシメトンボ	*Sympetrum infuscatum*
シオカラトンボ	*Orthetrum albistyrum*
双翅目	
ユスリカ科	
ウスイロユスリカ	*Chironomus kiiensis*
アカムシユスリカ	*Propsilocerus akamusi*
メスグロユスリカ	*Dicrotendipes pelochloris*
カガンボ科	
キリウジカガンボ	*Tipula aino*

出現したトンボを挙げると、イトトンボ科では、モートンイトトンボ (*Mortonagrion selenion*)、キイトトンボ (*Ceriagrion melanurum*)、クロイトトンボ (*Cercion calamorum calamorum*) の3種、アオイトトンボ科ではオオアオイトトンボ (*Lestes temporalis*)、ホソミオツネントンボ (*Indolestes peregirinus*) の2種、ヤンマ科ではネアカヨシヤンマ (*Aeschnophelebia anisoptera*) 1種、トンボ科ではヨツボシトンボ (*Libellula quadrimaculata asahinai*)、コフキトンボ (*Deielia phaon*)、アキアカネ (*Sympetrum frequens*)、ノシメトンボ (*Sympetrum infuscatum*)、シオカラトンボ (*Orthetrum albistyrum*) の5種の蜻蛉目で合計11種であり、全てが止水性水域に生息する仲間[19]であった。このうち沈水植物や浮葉植物に産卵するクロイトトンボ、抽水植物に産卵するホソミオツネントンボなどは2000年から出現しており、植物組織内を産卵場所にするトンボである[19]。これらのトンボの出現は、本実験池の設置にともなう水生植物の出現により飛来・定着が可能となった仲間であると推定できる。新たな環境創出による先駆的定着種があることが報告されている[20]が、本実験池では、運用開始年にすぐに定常的に11種が飛来し、成体の種多様性に関する経年変化は認められなかった。アキアカネなど泥の岸辺に産卵する仲間は当初成体のみの生息確認であり、2001年までは幼虫（ヤゴ）が確認できなかった。しかし3年目となる2002年からはヤゴの生育も認められた。これは本実験池の周囲が人工構造物で被われ土壌が露出していないことから、周辺の水田・河川などで繁殖したものが飛来してきたものの産卵適所が見いだせず実験池では繁殖できなかったものと考えられる。2002年からは、モートンイトトンボの繁殖が認められた。モートンイトトンボは付帯湿地の地面に産卵するトンボ[21-22]であり、本実験池のように周囲が人工構造物で被われ土壌が露出していない生息地には定着・繁殖が困難であると考えられている。実験池流入水口側の水深の浅い部分で繁殖したもの、あるいは迷入種[23]と考えられたが、2003年に実験池周辺土壌の湿地となった部分に産卵していることが確認できた。実験池のように創出された止水環境においても池周辺にモートンイトトンボが産卵可能となるような湿地部分を維持することが可能であれば、同種を安定的に定着せしめることが可能となるものと考えられる。また、ホソミオツネントンボのように周年羽化し、羽化直後に周辺の樹林部に飛び去る習性[19]の仲間にとっては、池による止水環境の創出のみならず、周辺の樹林環境が必須の要件であることが知られている[19]。これらの事実は、人工的な池造成により生物種多様性を高めることを考慮する場合[24]には、池そのものだけではなく、周辺環境との調和および連続性を重視すべきであることを示唆するものである。

4. まとめ

中山間地の農山村には、一般に河川などの流水環境は豊富に存在するものの、止水環境に乏しい場合が多い。水田や農地灌漑用のため池がその任を果たす場合も多いが、水田は年間を通じて湛水されている環境ではない。さらに圃場整備が進み乾田化が推進されている現状では、水生昆虫にとって水田およびその周縁部の農村環

境はますます定着して世代交代を重ねる場としての資質を失いつつある。このためアキアカネのように水田耕作の周期に完全同調させた生活史を有する[19]種以外にとっては、水田も止水環境として安住の地とは言えないのが現状である。近年の圃場整備の進展に伴い乾田化、水路の乾燥化がますます進行しており、水田のまわりに数多く存在していた湿った環境やため池などが消失しつつある。こうした湿性環境の喪失は、タガメなど水際の湿った環境の石や落ち葉の下で越冬する昆虫類の生活の場を奪い、こうした生活史を有する昆虫類のほとんどが姿を消してしまっているのが現状である。

本検証において、ため池の造成が水生昆虫に止水環境として生息空間を創出し、場の潜在力に応じた生物種の誘因効果を発揮することが検証できた。高知はトンボに関する知見が数多く集積[25-29]され、トンボに関する市民の関心・理解[30]が深い地域性を有する側面がある。今後、トンボをはじめとした各種の水生昆虫の潜在的な種多様性を活かし、水辺環境再生地区を有機的に結び付けて広域的な生態系保全ができる様に配慮した農村環境構築が課題と考えられる。

(原稿受付 2008年4月25日)
(原稿受理 2008年6月23日)

引用文献

1) 守山弘 (2008) 環農業・農村が守ってきた生物の生息環境 (特集 農業・農村のエンタテインメント・デザインを考える), 農業および園芸. 83(1) 171-176. 養賢堂. 東京.
2) 森淳 (2007) 水田生態系の変質と保全のための研究・技術開発. 水環境学会誌. 30(10), 556-560. 日本水環境学会. 東京.
3) 広田純一 (2007) 農村生態工学の現状と展望. 水環境学会誌. 30(10), 551-555. 日本水環境学会. 東京.
4) 藤原正幸・泉完 (2007) 農業基盤施設における魚類等へのせめてもの配慮. 水環境学会誌. 30(10), 561-565. 日本水環境学会. 東京.
5) 谷茂 (1990) 中山間地域におけるため池の役割とその技術的課題. 農林水産技術研究ジャーナル. 13(9). 19-25. 農林水産技術情報協会. 東京.
6) 高知県土木部下水道課 (2005) 平成11年度～平成15年度西石原地区自然水質浄化機能活用実験水質調査委託業務成果. (利用許可:16高下水第497号)
7) (社) 地域資源循環センター (旧称:日本農業集落排水協会)(2007) 生態系活用型水質浄化施設整備の考え方. pp.142+38.
8) Kuwabara, T, M. Matsumura, N. Hayashi, K. Xu, Y. Inamori (2007) Evaluation of the role of the aquatic plants in floating type edible aquatic plant purification system. Japanese journal of water treatment biology. 43(2), 91-97.
9) 河田薫編 (1959) 日本幼虫図鑑、北隆館.
10) 津田松苗 (1962) 水生昆虫学、p267、北隆館.
11) 枝重夫 (1976) トンボの採集と観察、ニュー・サイエンス社
12) 林長閑 (1981) 甲虫の幼虫の見分け方、ニュー・サイエンス社
13) 川合禎次編 (1985) 日本産水生昆虫検索図説、東海大学出版会
14) 石田昇三・石田勝義・小島圭三・杉村光俊 (1988) 日本産トンボ幼虫・成虫検索図説、東海大学出版会
15) 森正人・北山昭 (1993) 図説日本のゲンゴロウ、文一総合出版
16) 杉村光俊・石田昇三・小島圭三・石田勝義・青木典司 (1999) 原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑、北海道大学図書刊行会
17) 津田松苗・六山正孝 (1973) カラー自然ガイド 7) 水生昆虫. 保育社. 東京.
18) 高知県レッドデータブック[動物編]編集委員会編 (2002) 高知県レッドデータブック (動物編). 高知県文化環境部自然共生課. 高知.
19) 井上清・谷幸三 (1999) トンボのすべて. トンボ出版. pp.151 大阪.
20) 養父志乃夫 (1987) 止水面におけるトンボ類の先駆種について. 日本蜻蛉学会誌 .30, 47-50.
21) 曽根原今人 (1994) モートンイトトンボの生活史、Tombo、37(1/4)37-43.
22) 曽根原今人 (1996) 続モートンイトトンボ幼虫の成長期間、Tombo、39(1/4)38-42.
23) 杉村光俊 (1997) 1990年代前半に記録された高知県内のトンボ目迷入種. Aeschna, 33. 23-26.
24) 土屋教子 (1993) 縦横夢人 -26- トンボによるまちおこし・トンボ王国建設第2段階へ -- 高知県中村市. 地域開発. 348, 75-79. 日本地域開発センター. 東京.
25) 濱田康 (2002) トンボ目解説 *In* 高知県文化環境部環境保全課編. 高知県レッドデータブック, -高知県の絶滅のおそれのある野生動物-. p. 236. 高知.
26) 前藤薫・光後圭枝・小谷英司・宮田弘明・杉村光俊 (2003) 四万十川流域におけるトンボ類生息地の地理的解析 .Japanese journal of entomology. New series, 6(1). 27-41. 日本昆虫学会.
27) 岡本啓 (1967) 高知県のトンボ相. げんせい, 17. 1-12. 高知昆虫研究会.
28) 濱田康 (1991) 土佐のトンボ, 高知新聞社. 高知.
29) 杉村光俊・上田義晴 (1998) オオシオカラトンボとコフキショウジョウトンボの交雑個体. げんせい. 71, 6-8. 高知昆虫研究会.
30) 磯脇桃子 (2007) 鹿児島市「平田の里山」のトンボ相 (特集・里山の昆虫, 最近の研究成果から). 昆虫と自然. 42, 21-24. ニューサイエンス社

[四万十・流域圏学会誌　第7巻　第2号　23-29　2008]

<論　文 (原著)>

地下水法序説

松本　充郎*

Introduction to Ground Water Law

Mitsuo Matsumoto*

Faculty of Humanities & Economics, Kochi University

Abstract

Groundwater is a vital water resource for residents of islands where there are no rivers. The Nansei Islands has been undergoing the overdraft of groundwater and are now facing its pollution, thus measures to improve this situation needs to be implemented. Since groundwater can physically be accessed only by landowners, regulation of groundwater raises the question whether local governments (especially municipalities) have the authority to regulate groundwater extraction and its pollution through ordinances. This report tries to answer the question above, after analyzing how groundwater naturally exists and the societal relationship among groundwater appropriators and after characterizing the right of an owner of overlying land to use ground water as usufructuary right. This report states that the regulation of groundwater overdraft does not necessarily mean the taking of landownership, but just limiting the exercise of it, thus concludes that not only risk regulations (pollution control and prevention of land subsidence) but permit system of ground water extraction can be introduced through ordinances if it is proved that the regulations is necessary and there is no less restrictive alternatives.

Key words: groundwater, property rights, regulation through ordinance

1. はじめに

日本列島の陸地は、北海道・本州・四国・九州とそれ以外の数多くの島々からなる。今のところ全国的に降雨には恵まれているが、それぞれの地域にとっての水資源の賦存量や賦存形態には大きな差がある。

筆者は、沖縄県宮古島市および鹿児島県与論町の水資源問題とそれに関わる法制度を調査する機会に恵まれた。現在、南西諸島は、日常生活や生産活動に必要な水資源を地下水に依存している。このうち、宮古島市では、地下水の利用・管理全般に関する「地下水保護管理条例」を制定した。この条例は、1965年に制定されて以来、数度の改正を経て40年以上にわたって存続してきた。また、農業用水確保のために地下ダムを建設し、ソフト・ハードの両面にわたり独自の地下水利用システムを発展させてきた[1)2)3)]。

もともと、低島地域には河川ができないため地下水への依存度が高く、地下水の汲み上げ圧力は高い(水量管理の必要性。だからこそ地下水保護管理条例が制定された)。しかし、近年、宮古島市は、次のような理由から独自に築き上げてきた地下水法制の見直しを迫られている。第1に、低島地域では、生活圏と集水域が重複しているため、地下水の水質が生活圏の影響を受けやすく、宮古島では硝酸性窒素による汚染が問題となっている。宮古島では、サトウキビ栽培と畜産業が主たる産業である。サトウキビ栽培の際に肥料が投入されるが、吸収されなかった栄養分(主に窒素分)は地下水汚染を引き起こすと指摘されている[1)]。窒素汚染は、主に乳幼児にメタヘモグロビン血症と呼ばれる健康被害をもたらす可能性がある(水質管理の必要性)。宮古島市は水質保全を目的として「水道水源保全条例」を制定するなどの対応をとっている(水道水源保護条例は、水量保全も目的とすることがある。紀伊長島町水道水源保護条例事件、後掲2.4.3・註6)。第2に、宮古島市が島外から転入した病院の排水に高濃度の塩化物イオンが含まれていることを公表したところ、2006年には風評被害について国家賠償訴訟が提起されるに至った(社会の変化)。第3に、1998年以来、南西諸島においてサンゴ礁の白化現象が問題となっている。白化の直接の原因は、いうまでもなく海水温の上昇である。

しかし、同レベルの水温上昇に曝されても、白化する箇所

*高知大学人文学部　〒780-8520　高知市曙町2-5-1

とそうでない箇所がある。海水温上昇に対する感度の違いは、地下水を通じて陸域の人間の活動に起因する物質によってもたらされた可能性も示唆されている[1]。

そこで、本稿では、上記のような問題状況を端緒としつつ、国法レベルでの地下水法の内容・性格と条例による地下水管理について、次のような順序で考察する。日本において、「地下水への権利」はどのような性格を持つと考えられており、条例によってその内容を変更したり権利行使を規制したりできるか(第2章)。最後に、本稿で検討した内容を要約し、今後の課題を指摘する(第3章)。

なお、温泉は、基本的には本稿の射程外である。また、本文中に記載できなかった裁判例は文中では「註」とし、高知大学 SOULs 上(http://souls.cc.kochi-u.ac.jp/?&rf=1171)に脚注として掲載した。これらの点について予めお断りしておく。

2. 日本における地下水と法

2.1 日本における地下水資源の賦存形態と利用体系

以下では、地下水の利用・管理に関わると思われる範囲で水資源の賦存形態について記述する。まず、地表に降った水は、河川等を通じた流出・太陽光による蒸発と植物による蒸散をあわせた蒸発散・地下浸透に分かれる。地下に浸透した水は土壌水と地下水になる[1](67-69頁。特に3.12式を参照)。

次に、地下水は、砂礫などで構成された帯水層の中にあり、透水性の低い基盤岩があるところではその上に存在する水である。地下水は、加圧層との位置関係によって、さらに加圧層より上にある不圧地下水(自由地下水)と下にある被圧地下水とに大別されるが[1](184頁。不圧地下水は浅層地下水に・被圧地下水は深層地下水に概ね対応している)、いずれも地表水と比べると非常にゆっくりではあるが動いている(河川の流速は秒速数十センチメートルから数メートルであるのに対し、地下水は流速の早いところでも年間300m強である[1](26-28頁・57-61頁)。武田軍治氏は、地下水を止水(浸潤水・停流水)と流水に分け、支配可能性のある止水は土地の構成物であるが(汲み上げられた水や溝渠等によって専用された水はその敷地の定着物[民法86条]として所有権の客体[対象]となる)、支配可能性のない流水は私的所有権の客体とならないとする[1](3-14頁)。確かに、「社会通念上」流速の速いものと遅いものを区別するという考え方もありうるが[1](24頁[雄川発言])、現在の自然科学を前提とする限り、止水と流水はカテゴリカルに峻別できるものではない[1](186頁)。本稿の関心との関係では、地下水が土地の境界をまたいで流動しているということと、地下水の流速が支配可能性の程度と揚水の許容量に差をもたらすことが重要である。

本土や高島等の山がある地域では、蒸発散量が少ない場合には河川が主な水源となることが多い。これらの地域では、地表水と不圧地下水との関係が重要である。河川法上、河川区域内の不圧地下水と河川区域外の不圧地下水の両方を伏流水といい、河川管理者の流水占用許可(河川法23条)が必要である[1](162頁)・[1](25・135頁)。これに対して、低島地域では、河川が形成されないために地下水が主な水源となることが多い。海岸近くで井戸から揚水する場合、井戸水位が海面下になると、井戸の中に塩水が上昇してくる。また、被圧帯水層から過剰に揚水されると地盤沈下が起こりやすい[1](188頁)。

地下水の資源としての価値は、次のような点にある。地下水は、温度が比較的安定しているほか、従来は安価で水質もよい水資源であったことから、用途別に見ると生活・農業・工業・その他に利用されてきた。また、地下水を含む帯水層は、地下水圧によって地盤を維持するとともに、地下ダムとしての機能を持つ。しかし、近年、地域によっては、農業起源の汚染(硝酸性窒素汚染)・工業起源の汚染(トリクロロエチレン等)・塩水化が進行し質的な劣化が見られる。また、従前から過剰な揚水による地下水の枯渇や地盤沈下は問題となってきたが、土地利用形態の変化による流入量の減少が問題化している地域もある[1]。

水資源の利用・管理体系は、地層・降水量等の自然的条件・法だけではなく、技術体系によって大きく左右される。地下水の利用体系の変化は、次のような技術革新によってもたらされた。すなわち、「かつては、技術の未発達から地下水の採取量も微々たるものであったが、大正期に深井戸の掘削機が、昭和30年代に水中モーターポンプが導入されてから地下水の利用量が飛躍的に増加した」[12](223頁)・[13](395頁も同旨)。後述する宮古島では、地下ダムが建設されたことによって、農業用水の利用可能性が飛躍的に向上した。これに対して、本土では、地下水の開発圧力が一度は高まったが、地盤沈下が生じたため、ダム建設による地表水の開発にシフトした。さらに、近年ではボーリング技術の向上によって、温泉の過剰な揚水が問題となりつつある[1](110-111頁)。

次節では、地下水の利用・管理に関わる範囲で、財産権について記述する。

2.2 日本法における財産権

日本国憲法は、財産権を保障するとともに(29条1項)、財産権の内容は公共の福祉に適合するように法律で定めること(同条2項)、さらに、私有財産は正当な補償の下に収用されうることを明文で認めている(同条3項)[1](316-322頁)。そして、民法は、権利全般に関する通則を置いた上で(1条各号[公共の福祉・信義則・権利濫用])、財産権の種類として物権・債権等について規定し、物権法の原則として「物権法定主義」を採用する(175条)。ここで、物権法定主義とは、「物権は民法その他の法律で定められるものに限る」という原則であり[1](22頁)、次のような根拠をもつとされる。すなわち、歴史的に見ると、封建的な負担を除去し自由な所有権を創出することによって初めて、所有物の自由な処分が可能になった。この点につき、「民法施行法35条は…民法施行前から認められていた物権の多くが『自由な所有権』の流通という近代法の理想からすると望ましくないために、民法では地上権、地役権、永小作権、入会権、担保物権に整理し、これらにあてはまらない旧慣上の[民法成立前からある慣習上の-松本が付加]物権を、民法施行後は物権として認めないことを宣言し」、民法典の起草者や初期の学説もそのような立場であったとされる[1](48頁)。また、機能的に見ると、財産制度が単純である方が、情報費用や取引費用を削減できる上に公示も容易である。

しかし、物権法定主義を厳格に解釈すると、財産権は民法

やそれ以外の制定法が定めるもの(所有権・用益物権・占有権や知的財産権など)に限られるということになり、慣習上の物権（慣習上の入会権・水利権[温泉権を含む]・漁業権）が認められるかどうかが問題となる。この点につき、現在の学説は、公示方法が存在し所有権の利用や処分の妨げにならない限り、慣習上の物権を認めるべきであると考えており、判例もある場合には慣習上の物権を肯定している[1]・(24頁)[1]。取引の安全を害さない限り法定されていない物権を認めない理由に乏しく、慣習上の物権（ここでは慣習上の水利権）は、法の適用に関する通則法３（旧法例２）条を介して、公序良俗に反しない限り許容されると考えるべきである。

2.3 土地所有権の内容・物理的範囲・制限と地下水の位置づけ

2.3.1 土地所有権の内容・物理的範囲・制限の概念的区別

所有権は物権であり、民法 206 条以下において法定されている。まず、所有権の「内容」とは「自由に目的物を使用・収益・処分すること」（民法 206 条）、物理的範囲とは土地所有権の上下における範囲（民法 207 条。後掲 2.3.2 参照）をいう。また、「制限」とは、権利の内容そのものを縮減する規定（鉱業法等。次節参照）・権利行使の競合等を調整する規定（1 条 3 項[権利濫用]・209 条以下[相隣関係]や 709 条以下[不法行為]）・社会的必要性から加えた規制の全てを指す。そして、所有権の内容・「物理的範囲」は、「法令」によって「制限」される（206 条・207 条。なお、「法令」に条例を含むかどうかは後掲 2.3.3 参照)。そして、所有権の内容及び範囲を実現するため、明文の規定はないが所有権の性格から妨害排除請求権が認められる(形式的には 202 条の勿論解釈から導く)。

ここで、「内容」の問題は「物理的範囲」の問題に論理的に先行し、「物理的範囲」の問題は「制限」の問題に論理的に先行するが、これらの区別は相対的なものである[1](一方で、「物理的制限」と「制約」の区別が不明確であることの一例として大深度地下の公共的利用に関する特別措置法[以下「大深度地下法」]を挙げ[51 頁]、他方で、隣接する不動産相互の関係（相隣関係）を「制限」のうちの「内在的制約」に分類する[52-53 頁]。これに対して、地下水を上下の範囲の中で扱い(183-184 頁)、相隣関係を物理的範囲に分類する説もある[1](184 頁以下)。また、「内容」と「制限」の区別も、所有権の制限の程度が著しい場合には内容を実質的に無にすることもありうるから相対的なものである(憲法 29 条 2 項にいう「公共の福祉」・内在的制約論と民法 206 条・207 条にいう「法令の制限」の関係・29 条 3 項の補償との関係につき[1]を参照)。

以下では、これらの区別には留意しつつ、道具概念として有益である限りでこれらの区別に基づいて記述を進める。

2.3.2 土地所有権の物理的範囲・制限と地下水の法的位置づけ・性格[1](79-120 頁・147-192 頁)[2]

既に述べたとおり、土地所有権の物理的範囲について、民法は「土地の所有権は、法令の制限内において、その土地の上下に及ぶ」とし（207 条)、所有者を異にして土地が隣接する場合について権利関係を調節する規定をおく（209 条以下)。本稿の関心からは、次の 3 点が問題となる。①当該地域における地下水の利用・管理をめぐる社会的・自然的関係をどのように理解し、②①の関係を法的にどのように理解・構成し(特に土地所有権との関係が問題となる)、③地下水の利用・管理関係を法的に制限する場合にいかなる法形式を用いることができいかなる制限を行えるか。

まず、①地下水の利用・管理をめぐる社会的・自然的関係について検討する。2-1 で見たとおり、地下水は物理的に見ると土地の構成物であるが、土地の境界を越えて移動する。地下水を利用するためには、地下水が地上で自噴している場合を除き地表から垂直に井戸を掘って揚水する必要がある。また、地下水は土地の境界を越えて(大雑把に言うと)水平方向に移動するが、地下水が上流で涵養(補充)され下流で利用される場合には管理主体と利用主体にずれが生ずる。このことから、社会的関係は、当該帯水層の揚水口の土地所有権等の権原(所有権や賃借権などある法律行為・事実行為を正当化する原因)に基づく支配・当該帯水層の利用者による共同的利用[2](82-85 頁)・それらに必ずしも還元しきれない管理によって規定されるという構造を持つといえよう（競合性[①-1]。旧慣により地下水への権利が成立している場合もあるから[2.2]、「共同的利用・管理」の内容については注意を要する。米国南カリフォルニアでの地下水汲み上げ競争につき[2]第 4 章を参照)。また、水源における工場排水や施肥などによって地下水の水質が低下したり、揚水量が補充量を上回ることによって地盤が沈下したりする(外部不経済①-2)。さらに、地下水は補充される速度が緩慢な資源であるから、広域的に、揚水量が補充量を上回る場合にはやがて枯渇する資源であり(広域的競合性[①-3])、水源における工場排水や施肥などによって地下水の水質が低下したり、水圧の低下によって地盤沈下が発生したり、海岸近くでは塩水化が進んだりする可能性もある(広域的外部不経済[①-4])。

地下水法において、競合性とは、水資源の有限性(safe yield 安全揚水量)を前提とした概念である(調整原理として、地表水や地下水における prior appropriation[古田優先]・reasonable use doctrine における reasonableness・宮古島市地下水保護管理条例 2 条 3 項が規定するかんばつ時における生活用水優先の原則などがある)。そして、外部不経済は、水質・地盤沈下など量以外の外部への負の影響を指す概念である。さらに、広域性は、民事的救済の有効性を限界付け・行政規制や多数の当事者間の協定の有効性を示す基準である(広域化すると当事者の数も増え、行為と結果の因果関係の認定が困難になる)。旧慣が成立している場合もそうでない場合も、問題の類型化(①-1・①-2・①-3・①-4)とそれぞれの問題への制度的対応が求められる(慣習によって利用・管理ルールが生成しており・それについて公示方法が存在する場合には、「地下水への権利」は土地所有権から独立し対抗力を備えた旧慣上の権利として成立していると考えられる)。

①-1　競合性　狭い範囲に限って地下水位の低下や地盤沈下が起きており、これらが所有権行使の範囲内で起きている場合、(旧慣の成立いかんにかかわらず)上記の二重構造は存在する。そして、帯水層に接する土地所有権者(ないし土地に対して何らかの権原をもつ者)以外の者が地下水にアクセスすることは、通常ありえない(鉱物の採掘[鉱業法 21 条]や区分地上権[民法 269 条の 2]に基づいて地下鉄のトンネル

工事等を行う際など横穴を掘る場合、地下水脈とぶつかり地下水利用権を侵害することはありうるが、ここでの検討対象からは外す)。ここで問題となるのは、土地に対する権原を持つもの同士による地下水利用の競合である。

現実に損害が発生した場合ないし損害発生が見込まれる場合には、法的救済の方法が問題となる。論理的には、所有権に基づく妨害排除請求権の行使、権利濫用の法理に基づく妨害排除請求権の否定、権利濫用の法理・相隣関係の精神・不法行為に基づく損害賠償請求権の行使が可能である。裁判所は、土地所有権の絶対性を前提とした判決(大判 1905・12・20 民録 11 輯 1702 頁。註 1)を克服し、権利濫用の法理に基づいて判断するようになり(大判 1938 年 6 月 28 日新聞 4301 号 12 頁。註 2。これと逆の裁判例も約 2 週間後に出ていた)、さらに、地下水の共同資源としての性格を認めた上で、不法行為に基づく損害賠償請求を認めるに到った(松山地裁宇和島支部判決 1966 年 6 月 22 日判時 461 号 50 頁, 註 3。裁判例全体の動向につき[1][220-232 頁]・[12]・[1][183-184 頁]・[2][122-128 頁]を参照。権利行使が衝突した場合の、米国における調整方法については[13]を参照[414-417 頁]。米国の地下水利用権の調整ルールを 5 つの類型に分けてモデル的に検討する。日本の裁判例は、5 つの類型のうち Rule of Capture[揚水開始時期の先後とは無関係に取水した者勝ち。安全揚水量も考慮しない]に近く、学説の中には Correlative Rights[安全揚水量を土地面積に比例的に分配]に近い考え方をとるものもある[1]。本稿の主たる関心は、「法令の制限」として条例によって地下水の利用を制限できるかどうかという点にあるから、本格的な検討は別稿に譲る)。

①-3 広域的競合性・①-4 広域的外部不経済　複数の発生源からの排水によって水質の低下が起きている場合や広域的に地下水位の低下や地盤沈下が起きている場合には、権利濫用の法理・相隣関係の精神・不法行為等を持ち出すだけでは問題は解決しない(後掲 2.4 を参照)。この場合には、地下水の利用を何らかの手段で制限(規制)するほか、地下水を積極的に涵養するための施策を講ずる必要が出てくる。

②　次に、①-1(競合性)の関係を法的に理解・構成するため、地下水にアクセスするための権原(仮に「地下水への権利」と呼ぶ)の法的性格をごく簡単に論じ、補足的に地下水は土地所有権の内容ないし物理的範囲に含まれるかどうかに触れる。

まず、「地下水への権利」の法的性格については、私水説(「地下水への権利」は土地所有権に含まれるとする説。初期の裁判例はこの説を採った。例えば、前掲大判 1905・12・20 民録 11 輯 1702 頁)と公水説(この中には国有説・公有説[国以外の公共団体の所有]・無主物説が含まれる)が対立してきた。私水説によると、地下水が A の所有する土地の中を流れているときは A が所有し、B の土地の下を流れているときは B が所有すると考えることになるが、A・B いずれの行為もないまま所有権取得が瞬時に行われたり意思表示なしに所有権が移転したりするとは考えにくい。本稿では、地下水には誰の所有権も成立せず、土地所有者の「専用権」(他者を排除して用益する権利)等の「利用権」が成立しうると考える(地下水が A の所有する土地の中を流れており専用権が成立しているときは A が B 等の他者を排除して揚水する権利を有し、B の土地の下を流れているときは逆の関係が成立する。

なお、地表水については、河川法が適用・準用されない河川において、一般的には、法令等により専用権が成立する場合と沿岸の土地所有者の需要に応じて平等な使用権が成立する場合があるが、個別に慣習の調査が必要であるとされる[1](191 頁)。これに対して、地下水は、専用権等の利用権に基づいて取水され樋管や容器の中に取り込まれてはじめて所有権の対象となる[1](11-24 頁)。取水されるまで無主物であるから公水といえなくはないが、成立するのは用益権だから公水説・私水説いずれの呼び方もミスリーディングである。

また、地下水の利用は、土地所有権の物理的範囲の問題に深く関わるが、土地の使用・収益・処分の問題であるから、土地所有権の内容の問題として論じたほうが良いように思われる(土地所有権の物理的範囲について、民法の通説は、土地所有権は「利益の存する限度」で空中および地中に及ぶと解すべきであるとする[1](181 頁)・[23](234 頁)。しかし、「利益の存する限度」は、地下水の問題に絞ってもボーリング・揚水等の技術水準によって異なる。また、土地所有権は地下水脈の下に及ぶのかどうかは自明ではない。さらに、地下水は水平方向にも移動するから相隣関係の問題でもありうる。結局、「利益の存する限度」という基準は、①-1 競合性・①-2 外部不経済・①-3 広域的競合性・①-4 広域的外部不経済のいずれの場合にも明確な解釈指針とはなりえない)。

次節では、①の問題群全体への対処を念頭において③「制限」について論ずる。

2.4 地下水利用権の制限—法律と条例—

2.4.1 土地所有権・地下水利用権の法律による制限に関する立法例

③地下水の利用・管理関係を法的に制限する場合にいかなる法形式を用いることができ・いかなる制限を行えるか。ここでは、既存の法律の規定・逐条解説・立法過程における議論を瞥見することにより、地下水の法律上の位置づけを確認する(条例による財産権制限をめぐる憲法上の問題については、議論の便宜上 2.4.2 以下で議論する)。

まず、土地所有権の制限に関する立法例として、土地の構成物である鉱物に対する支配権能を土地所有権から除外して国に帰属させ、国が独占的に与える鉱業権によってのみ採掘しうるとした鉱業法がある[2]。土地所有権を制限する「法令」として、民法が 269 条の 2 において用益物権として地下又は空間を目的とする地上権について規定するほか(区分地上権)、物理的範囲(地下)にかかわる「法令」として大深度地下の公共的利用に関する特別措置法がある(大深度地下利用法)。

次に、地表水の水利権について定めた立法例として、河川法(23 条。一定の伏流水を含み、河川法が適用・準用されない河川については普通河川条例[註 4]を制定することがあることは既に述べた)があり、地下水の水利権について定めた法律として、温泉法・工業用水法・建物用地下水の採取の規制に関する法律(ビル用水法)がある。さらに、水質を管理する目的・機能を持つ法律として、水質汚濁防止法 12 条の 3 や土壌汚染対策法等がある。

旧河川法が、「河川並びにその敷地若しくは流水は私権の

目的となることを得ない」としていたのに対して（旧法 3 条）、現在の河川法は、「河川の流水は、私権の目的とならない」（2 条 2 項）としただけで河川及び敷地については私権排除の規定を設けていない。この規定は、流水を「国有」としたものと考えることも不可能ではないが、国家の領域支配には属するが私的所有権の対象とならないということを述べものと考えるのが妥当である[2)](105 頁)。

工業用水法・ビル用水法の規定は、地下水が土地所有権の内容であるかどうかという点について直接触れてはいない。立法史を参照した限りでは、工業用水法制定時には、土地所有権の内容であるが内在的制約であるとする(第 24 回国会商工委員会第 22 号・1956 年 3 月 23 日。徳永久次政府委員[通商産業省企業局長・当時]の発言を参照)。ビル用水法制定時には、土地所有権の内容であるかどうか議論が分かれているとの記録がある(第 40 回国会建設委員会第 20 号・1962 年 4 月 5 日。齋藤常勝政府委員[建設省住宅局長・当時]は地下水が「所有権の対象」であることを前提として「規制をしていくことになった」とするのに対して、山内一郎政府委員[建設省河川局長・当時]は[地下水は公水かという趣旨の質問に対して]住宅局長のような考え方もあるが学説は分かれていると答弁している)。

なお、特定汚染源からの排水について、水質汚濁防止法 12 条の 3 は有害物質に該当する物質の地下浸透を禁止している。また、有害物質に該当する物質の地下浸透によって人の健康被害が現実に生じ、または生じるおそれがあると認められるとき、都道府県知事は地下水の浄化のための措置をとることを命ずることができる(14 条の 3)。そして、地下水の水質は、土壌の汚染を防止できるかどうかにかかっており、既に、土壌汚染対策法・農用地の土壌の汚染防止等に関する法律(農用地土壌汚染防止法)が制定されている。

さらに、水道水源の水質に関する国法の規定として、水道法 43 条に加え、特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法(水道水源特別措置法)及び水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律(水道原水事業法)がある(いわゆる水道水源二法)。また、廃棄物処理施設の排水の水質は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃掃法)が定める処理方法(6 条の 2 第 2 項・第 3 項)と業者の規制(7 条・15 条)・保管方法(15 条の 2。産業廃棄物処理施設の構造や維持管理の方法)によって、影響を受けうる。これらに関する検討は別稿に譲る。

2.4.2 財産権の内容の変更や財産権行使の規制は条例によって行えるか

一般に、財産権（所有権）の「内容」の変更や財産権行使の規制は、条例によってもなしうるのだろうか。

この点について、最高裁は明言していないものの、財産権は取引の対象となるからその内容は全国一律であるべきであるが、行使の制限は（災害防止目的の場合には）条例でもなしうると考えていたと解されている(奈良県ため池条例事件判決・最大判昭和 38 年 6 月 26 日刑集 17 巻 5 号 521 頁)。しかし、当時から、条例も民主的基盤を持つ法源であり、公安条例等により精神的自由権の規制も可能であると解されていることとのバランスから、財産権の行使についての規制は可能であるとの批判があった[2)](6-10 頁)・[2)](46-49 頁)(なお、本件条例を財産権の内容の制限と見て、法律でなければ制限できないとする説もあった[2)])。また、近年、本判決の射程距離につき、「『危険な土地利用の規制という消極目的の条例』に関する判断というように抑制的に考える必要性はなく、「問題とされる現象に局所的地域的特性があり、良好な環境の確保という自治体の政策目的の観点からの必要性があり、かつ、規制基準も明確で比例原則にかなったものであるならば、結果的に土地利用を条例で規制することになっても（補償の問題は別にして、）憲法上の問題は生じない」とする説もある[2)](20 頁。損失補償論としてはともかく、条例論としての先例的価値は疑問であるとされる)。その後、最高裁は、同趣旨の法律が存在する場合でも当該法律の適用対象外の事項につき条例により規制を行うことは可能であるが、法律が財産権に配慮した規定をおいている場合には法律が適用ないし準用される可能性を考慮し、法律の上乗せ規制は許容されないと判示した(高知市普通河川等管理条例事件・最判 1978 年 12 月 21 日民集 32 巻 9 号 1723 頁[註 4])。

これに対して、地方分権改革後の法律と条例の関係について考える際には、徳島市公安条例事件最高裁判決(最大判 1975 年 9 月 10 日刑集 29 巻 8 号 489 頁)が一般的な指針となるとされる（[32)](第 1 章 I 2 (3)・[2)][32-33 頁])。すなわち、『地方分権推進委員会第 1 次勧告』は、法律と条例の関係につき「両者の対象事項と規定文言を対比するのみではなく、それぞれの趣旨、目的、内容、効果を比較し、両者の間に矛盾抵触があるかどうかによってこれを決しなければならない」とした。これらの議論を踏まえて、1999 年には地方自治法が改正された(地方自治法 1 条の 2 第 1 項・第 2 項・2 条 2 項・2 条 11 項・14 条 1 項)。学説も、根拠に違いはあるが、結論的には条例による財産権規制を肯定する説が近時の通説といってよい[33)](168-169 頁)。高知市普通河川等管理条例事件の先例的価値についても、否定的な見解が多い[3)][3)]。

ここまでの議論を総括すると、次のようにいえよう。前述の奈良県ため池条例事件判決の先例的価値について議論はあるが、現在の地方自治法の下で、危険防止目的の警察規制である汚染防止(①-2 外部不経済)や地盤沈下防止(①-4 広域的外部不経済)を目的として、財産権行使を規制する条例は制定できるということに異論はない。また、条例によって土地所有権や地下水利用権を制約しないような地下水涵養政策を実現すること(①-3 広域的競合性)にも他の法制度との調整さえつけば問題はない(具体的な問題として熊本の地下水問題などがある)。しかし、地下水利用権を直接制限するような条例(①-1 競合性・①-3 広域的競合性の制限)についてはさらなる検討が必要である。

次に、条例による地下水利用権の内容及び制限に限定して考察を進める。

2.4.3 条例による地下水利用権の内容及び制限

既に述べたとおり、地下水は土地の構成物であり、地表水に比べると非常にゆっくりとではあるが土地の境界を越えて流動している（2-1)。本稿では、取水されていない地下水について所有権ではなく利用権が成立し、取水されてはじめて所有権が成立すると考える(2.3.2②)。条例によって揚水を許可にかからしめることは可能か(③-1 財産権を制限する際の法形式)、その際に補償が必要かどうか(③-2 補償の要否)

が問題となる。

③-1 財産権を制限する際の法形式　条例による規制が違憲でないためには、規制目的が公共の福祉に合致し、そのための制約(手段)が合理的であり、目的を実現するためにその手段が必要でなければならない(最大判 1987 年 4 月 22 日民集 41 巻 3 号 408 頁)。

日本列島の自然的条件には非常に大きな地域差があり、島嶼部のうち山や川のない低島地域(や本土の熊本地域等)では日常的に利用する水資源の大部分を地下水に依存している。もし、条例による地下水利用権の内容に踏み込んだ条例を制定できないとすると、これらの地域において、健康な生活を送り経済活動を行うことも困難になるから、目的の公共性は肯定できる。

そして、地下水利用権が土地所有権によって基礎付けられる用益権ではあるが、法律や条例により揚水を許可にかからせることは、土地所有権の内容を変更することを意味せず、地下水利用権の行使を制限するにとどまる(前掲 2.3.2)。言い換えると、条例上、地下水の揚水にて許可制を導入することと、地下水を私的所有権から除外して国や公共団体の所有権を認めることは同じではない。

もっとも、地下水の揚水について(口径規制や届出制では足りず)許可制導入の必要性か合理性が、その事案において証明されなければならない(手段の必要性・合理性)。また、徳島市公安条例事件において判示されたように、その条例が法律と矛盾しないことが必要である(前掲2.4.1および2.4.2)。

これらの点が証明されれば、条例によって揚水を許可にからしめることは可能である（なお、地下水汲み上げ制限条例で、地下水を「公水」と規定することを疑問視する説もあるが[3)][65 頁]、「公水」の意味は一義的には定まらない[前掲 2.3.2]。また、紀伊長島町水道水源保護条例事件最高裁判決は、廃掃法 15 条との抵触について明示的に判断していないが、当該条例の適法性を前提に、財産権規制としてよりも営業の自由の規制としての面を重視している。最判 2004 年 12 月 24 日民集 58 巻 9 号 2536 頁[註 6])。

③-2 補償の要否　補償は、財産権への制約が「特別な犠牲」を強いるものである場合に必要である。「特別な犠牲」かどうかは、a 制約が一般を対象とするものか特定の個人を対象とするものか、b 侵害行為が財産権の内在的制約として受忍すべきものか否かの 2 点を基準として総合的に判断すべきだとされる[1)2)](246-247 頁)。b について、奈良県ため池条例事件判決(前掲 2.4.2)多数意見は、本件条例は権利濫用のみを規制しているのであって財産権の内容規制はしていないという見解に立ち、補償は不要であるとする。しかし、横田少数意見が指摘するとおり、この議論は形式的に過ぎる。公用負担と公用制限を区別し、前者は憲法・土地収用法に違反し条例対象事項ではありえないが、後者は条例対象事項であると考えるべきである[1)3)](124-128 頁)。

3. 結びに代えて

本稿では、地下水法制について序論的な考察を行った。具体的には、まず、地下水の自然的賦存形態や地下水の社会的利用関係を記述した。次に、「地下水への権利」は土地所有権によって基礎付けられるが、内容的には所有権ではなく利用権であるとし、地下水を取水して初めて所有権が成立すると位置づけた。そして、財産権の内容や制限に関わる条例を制定する際の一般的問題についてごく簡単に論じ、地下水の利用・管理に関する条例において、揚水を許可にかからしめることが可能であると論じた。

なお、紙幅の都合で、宮古島市地下水保護管理条例や同水道水源保護条例などの条例の具体的内容については検討できなかったが、今後の課題としたい。

謝辞

本研究は、平成 16 年度～18 年度科学研究費補助金(基盤研究(B))「サンゴの海のワイズユースを目指して：海洋環境資源の最適利用と資源管理に関する生物学的・社会科学的研究」(研究代表者：新保輝幸、課題番号 16310028)および平成 16 年度～18 年度高知大学人文学部長裁量経費による研究プロジェクト「黒潮圏の経済・社会と自然・環境」の成果である。関係各位に厚く御礼申しあげる。

(原稿受付 2008 年 4 月 10 日)
(原稿受理 2008 年 5 月 20 日)

引用文献

1) 柴崎達雄・古川博恭・諸橋毅(1975)「水資源と自治―宮古島の地下水保護管理条例について―」水利科学 102 号 44-65 頁。
2) 阿部泰隆(1985)「沖縄宮古島の地下ダムと地下水」自治研究第 61 巻第 10 号 99 頁以下。
3) 小川竹一(2002)「宮古島の新たな地下水資源保護体制」地域研究所報 27-62 頁。
4) 中西康博(2002)『サンゴの島の地下水保全―水危機の世紀を迎えて』(宮古島地下水水質保全対策協議会・宮古広域圏事務組合・宮古島上水道企業団)。
5) 中野義勝(2002)「造礁サンゴの環境負荷への生理生態的反応に関わる研究の概観」『日本におけるさんご礁研究Ⅰ』(日本サンゴ礁学会)43 頁以下。
6) 高橋裕(1990)『河川工学』(東京大学出版会)。
7) 樋根勇(1992)『地下水の世界』(日本放送出版協会)。
8) 武田軍治(1942)『地下水利用権論』(岩波書店)。
9) 遠藤浩ほか(1975)「座談会・地下水法制について」ジュリスト 582 号 16-48 頁。
10) 河川法研究会(2006)『逐条解説　河川法解説（第 2 版)』(大成出版)。
11) 中馬教允・塩谷弘康・守友裕一・清水修二(2002)「熊本地域の地下水問題の解決に向けて」福島大学地域創造第 13 巻 2 号 3 頁以下。
12) 阿部泰隆(1981)「地下水の保全と利用」(『現代の水問題　課題と展望』有斐閣)223-231 頁。
13) Sax, Joseph L. *et al.* (2006), LEGAL CONTROL OF WATER RESOURCES Fourth Ed., West Group.
14) 交告尚史(2004)「演習行政法」法学教室 284 号 110-111 頁。
15) 松本充郎(2006)「自然環境問題における公共性」(井上達夫編『公共性の法哲学』ナカニシヤ出版) 309-329 頁。
16) 我妻榮(1952)『物権法』(有斐閣)。
17) 能見善久(2001)「物権法の基本原則」法学教室 254 号 43-51 頁および 255 号 45-54 頁。
18) 角松生史(1994)「憲法上の所有権？-ドイツ連邦憲法裁判所の所有権観・砂利採取決定以後」社会科学研究（東京大学）45 巻 6 号 1-64 頁。

19) 金沢良雄・三本木健治(1979)『水法論』(共立出版)。
20) 三本木健治(1999)『判例水法の形成とその理念』(山海堂)。
21) 渡辺洋三(1962)「地下水利用権の濫用」(末川先生古稀記念論文集刊行委員会編『権利の濫用 中』有斐閣) 82-85 頁。
22) Ostrom, Elinor, Governing the Commons, Cambridge UP, 1990.
23) 野村好弘(1967)「所有権の内容」(船橋諄一『注釈民法 (6)』有斐閣)231-233 頁。
24) 我妻榮・豊島陞(1966)『鉱業法(改訂再版)』(有斐閣)。
25) 岸昌(1963)「普通河川条例の可否」(田中二郎・雄川一郎編『行政法演習Ⅱ』有斐閣) 105 頁。
26) 山田幸男(1961)「宅地造成規制法案をめぐる諸問題」ジュリスト 234 号 6-10 頁。
27) 阿部泰隆(1985)「宅地造成規制法・急傾斜地法の仕組みと問題点」(日本土地法学会『水害—その予防と訴訟』有斐閣)。
28) 雄川一郎(1963)「財産権の規制と条例」ジュリスト 280 号 12-16 頁。
29) 北村喜宣(2006)『自治体環境行政法 (第 4 版)』(第一法規)。
30) 石井健吾(1982) 「調査官解説」法曹時報 34 巻 1 号 262 頁以下。
31) 村上順(1980)判評 254 号[判時 954 号]18 頁以下。
32) 地方分権推進委員会事務局(1996)『地方分権推進委員会第 1 次勧告』(ぎょうせい)。
33) 塩野宏(2006)『行政法Ⅲ (第 3 版)』(有斐閣)。
34) 亘理格(2000)「新制度のもとで自治体の立法権はどうなるか」(小早川光郎編『地方分権と自治体法務』(ぎょうせい) 75-94 頁。
35) 角松生史(2001)「自治立法による土地利用規制の再検討—メニュー主義と『認知的・試行的先導性』—」(原田純孝編著『日本の都市法Ⅱ』東京大学出版会) 321-350 頁。
36) 原田尚彦(2005)『行政法要論 (第 6 版)』(学陽書房)。
37) 杉原則彦(2005)「調査官解説」法曹時報 57 巻 12 号 3754-3776 頁。
38) 阿部泰隆(2005)「水道水源保護条例における町と業者との協議義務が認められた事例」(北村喜宣編著『産廃判例を読む』環境新聞社)120-135 頁。
39) 北村喜宣(2005)「水道水源保護条例に基づく禁止認定の違法性」民商法雑誌 133 巻 2 号 334-348-頁。
40) 大久保規子(2005)「水道水源保護条例による廃棄物処理施設の規制」ジュリスト 1291 号 56-57 頁。
41) 原島良成(2007)「指導配慮義務違反の認定処分が違法とされた事例」インダスト 22 巻 8 号 41-43 頁。
42) 長谷部恭男(2008)『憲法(第 4 版)』(新世社)。
43) 兼子仁(1978)『条例をめぐる法律問題』(学陽書房)。

文中で直接引用した文献のほか、次の文献を参照した。
牛尾洋也「景観利益の保護のための法律構成について」龍谷法学第 38 巻 2 号 (2005 年) 4-10 頁。
大塚直(2006)『環境法(第 2 版)』(有斐閣)。
金沢良雄(1967)『水法 (改訂版)』(有斐閣)。
金沢良雄(1962)『水資源制度論』(有斐閣)。
ショー・サトウ(田島裕訳)(1966)「アメリカの水法」法学協会雑誌第 83 巻第 11・12 合併号 1491-1547 頁。
ショー・サトウ(高橋一修訳)(1967)「アメリカ—合衆国における地下水の分配と管理—」比較法研究 27 号 3-19 頁。
宮古島上水道組合(1967)『宮古島水道誌』。

[四万十・流域圏学会誌　第7巻　第2号　31-40　2008]

＜論　文（原著）＞

国境にまたがる帯水層−ガンジス平野から安全な地下水問題を考える

辻　和毅*

Internationally Shared (Transboundary) Aquifer Resources Management
−Groundwater and human security in the Ganges Delta−

Kazuki Tsuji*

VECTOR Co.,Ltd., 5-13-2, Sumiyoshi, Hakataku, Fukuoka 812-0018 Japan

Abstract

UNESCO (United Nations Educational and Scientific, and Cultural Organization) raised the issues of Internationally Shared (Transboundary) Aquifer Resources Management in 2001 and initiated investigation of the five selected case study areas in the world.

This paper deals with the Ganges Delta Plain extending from West Bengal to Bangladesh, which is one of the most extensive transboundary aquifers in the world. The Ganges transboundary aquifers are contained in thick alluvial sediments supplied from two major rivers, the Ganges and the Bramaputra rivers. Tens of millions people have lived with groundwater, which is extracted from shallow and deep wells. Arsenic contamination was unveiled both in India in 1980s and in Bangladesh in 1990s. Therefore it is urgently required to ensure safe water for basic human security. The paper summarizes geohydrology in close relation to sea-level change in the late Quaternary age, arsenic contamination screening of drinking wells and present water supply. Finally it is proposed that risk management and recharge plan to alleviate hazards are contemplated taking on-site advantages of topography and geohydrology into consideration..

Key words: Transboundary aquifer, Arsenic contamination, Sea-level change, Alternative water source, Risk management

1. はじめに

1. 1 トランスバウンダリー帯水層の問題

ユネスコの IHP-VIによって問題提起され「Internationally Shared (Transboundary) Aquifer Resources Management (ISARM)」(2001) は、下記 の５つの検討項目を掲げ、それぞれの項目について、具体的に検討すべき内容の概要を述べている[1]。最終的に、それぞれ５項目の右に示した作業を指導し主要な結論をまとめるように提案した。ここで言う Transboundary Aquifer（以下 TA 層という）とは、国境またはその地下にまたがって分布し、関係国間で開発や上下流問題を巡って争いの種となる帯水層のことである（Fig. 1）[1]

1) 科学的—水理地質的な背景：信頼できる TA 概念モデルを開発するよう指導をする。
2) 法律的な側面：(TA の地下水を開発する、筆者注) 合意を形成するため、交渉の場の法的な枠組みを指導する。
3) 社会制度的な側面：TA を 共同管理するため、責任と権限を持った社会制度を構築するよう指導する。
4) 社会—経済的な側面：人口、産業、農業および環境の現況と将来の需要（負荷）を把握するよう指導する。
5) 環境的な側面：生物的な多様性、気候変動、倫理上の水使用(権)を含む環境影響評価を発展させるよう指導する(これは涵養域となる降水域や降り方が変わることを想定したうえでのことと思われる、筆者注)。

IHP は本編の最後の部分において、ケーススタディとして世界の次の５つの TA 層地域をあげ、その要約を示している。

1) 東ヨーロッパ：チェコとポーランドにまたがるオドラ川流域の後氷期平野の帯水層
2) 北アフリカ：エジプト、リビア、チャド、スーダンにまたがるヌビア砂岩帯水層
3) 南アメリカ：ブラジル、ウルグアイ、パラグアイ、アルゼンチンにまたがるグアラニ帯水層
4) 南アフリカ：ボツアナ、ナムビア、南アフリカにまたがるカラハリ・カルー多層帯水層
5) 中央ヨーロッパ：スロバキア、ハンガリーにまたがるスロバク・アグレチックカルスト帯水層

(株) ベクトル　〒812-0018　福岡県福岡市博多区住吉５丁目 13-2

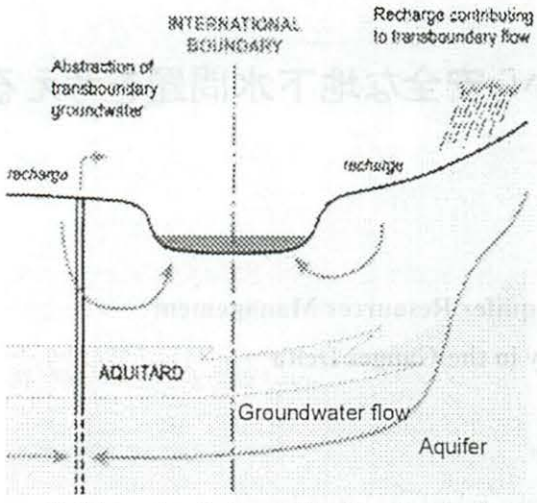


Fig.1 Internationally Shared (Transboundary)Aquifer

この 5 つのケースは 1）を除き古い地質時代に固結した堆積岩や火成岩に含まれる化石地下水や複雑な流動系をもつ石灰岩を帯水層とする地域である。しかもいずれも大陸河川の内陸地下に分布している。2004 年にアフリカ編の報告書が,2006 年にはアジア編（主に中国編）が公表された。

1. 2 ガンジス平野の問題

IHP の提案書は確かに、TA 層がかかえる重要な側面を抽出しており、検討されるべき問いかけである。しかも 5 つの事例が直面している現実を見て分かるように、すぐに解決できるような簡単な問題ではない。以下本篇で述べるように、バングラデシュからインドの西ベンガル州の東部を包括するガンジス平野（古くから使い慣れたこの総称で統一する）は国境をまたいで地下に世界有数の広大な TA 層を有し、IHP の事例と比べて、問題はさらに複雑で多様な側面を有している。

2. ガンジス平野と帯水層の特異な問題点

2. 1 広大な低平地で、洪水問題と不可分である

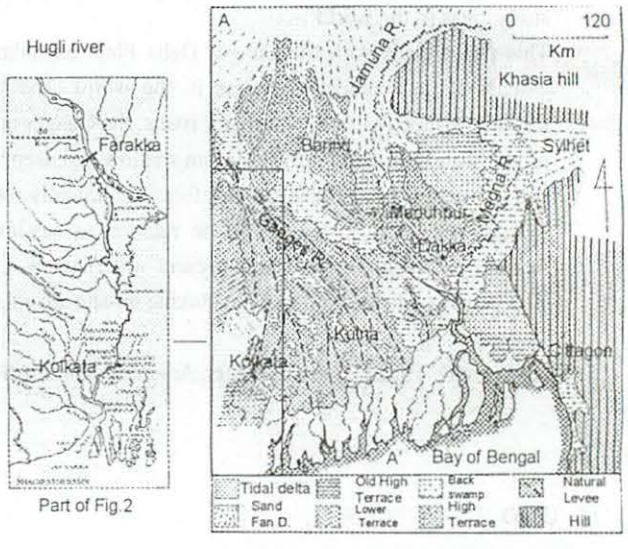
この平野の地下に潜在する TA 層は、インド東部の西ベンガル州からバングラデシュの東部にまたがって広大な地下水盆を形成し、南のベンガル湾に流出する。その広さは東西約 300km、南北約 350 kmに及び、面積は約 110,000 km²あって、北海道の広さの 1.3 倍に相当する。世界でも第一級の広さの TA 層を有する平野であるとともに、南の海岸域は、現在も成長する円弧状デルタのなかに多様な生態系を育む特異な環境の Wetland として重要である。インド・西ベンガル州と国境をなすシュンドルボンは、豊かな生態系を残したマングローブ群生地帯として、1997 年世界自然遺産に登録された。

バングラデシュでは、地形的にデルタと氾濫原に分類される地域は、国土の南半分に広がってその 72%を占める。したがって平野の約 50%は標高 5m 以下と極端に低平で、平野の南縁は感潮デルタ地帯となって、大半が地球温暖化による海面上昇の影響を受ける（**Fig.2**）[2]。

バングラデシュの首都ダッカの標高は 5m、ガンジス川の河口から約 340 km遡った、インドとの国境に近いラジャシャイでわずか 17m である。西ベンガル州では、フグリ川（旧ガンジス川）の河口より 130 km上流にある西ベンガル州の州都コルカタは標高 6～7m にすぎない。ちなみにカンジス川が両国の国境と交わる地点は標高 22m、その上流 18 kmにあるファラッカ堰も約 22m である（**Fig.2**）。

ガンジス川はこの平野を、遥か西方からインド亜大陸の北縁を東南流し、バングラデシュの中央で北から流れ出るジャムナ川（上流でブラマプトラ川）と合流する。合流後さらに南東流して、最下流で東北のシレットより流れ出るメグナ川と合流してベンガル湾に注いでいる。

当地域は 6 月から 10 月に南から卓越するモンスーン気候帯に属し雨期になる。古くから近代まで、ガンジス川、フグリ川、ジャムナ川、メグナ川など大河川の氾濫によって大洪水に見舞われてきた。当平野の年間降水量は南部から中央部にかけて 2000～3000mm あり、東北のカシア丘陵にゆくと 5500mm と猛烈な熱帯雨林帯となる。一方西北国境付近にかけて雨量は少なくなり、1500mm 程度である。たびたび襲来するサイクローンは、洪水、土石流、堤防浸食などの災害をもたらす。11 月～3 月は乾期となる。



Source: (simplified/added to Oya,1993)

Fig..2 Geomorphologic map of the Ganges plain

以上に述べた地形と気候条件は、当平野は 4 つの大河が貫流して洪水や河岸浸食に対して常にリスクを抱えていること、内陸まで浸入する海水によって地下水や農業に脅威を与えることなど、国家計画の基本となる、国土の保全に関して計り知れない負の宿命を背負っていることを意味する。

バングラデシュは、毎年ほぼ規則的に国土の 20%が洪水に襲われ、ピーク時には 60%も冠水する[3]。水利管理施設が乏しいため、安全な生活用水を年間を通して安定して得る事が困難である。とくに東北部のシレットからメグナ川流域は標高が低く、ガンジス川本流によって河川の流出が阻害され、数ヶ月間広大な淡水池（Beel）となって定住生活ができない。

洪水が多く、流失する掃流砂によって、自然河川堤の浸食が進む一方で、河床に土砂が堆積し河川流路が定まらないことは、舟運の確保と国民の定住地や耕作地の安定といった国土の保全に大きな不安と負担を与えている[3]。

人が水資源を利用するためには、過剰でもなく、不足もな

く適度に「調整」された水量であることが一番望ましい。当平野ではその点調整機能を持った社会基盤の整備がほとんどできていない。

2007年8月と11月に2度発生した大洪水とサイクローン災害はまだ記憶に新しい。観測史上最大級のサイクローンの直撃で、2000万人が被災したという。

2.2 急増する農業人口が生活用水を地下水に依存し、灌漑用水の揚水と競合する

平野の地下を構成するTA層は第三紀から第四紀に属する未固結ないし弱固結の厚い堆積物に含まれる透水性の高い礫層や砂層である。あいだにシルト層、粘土層、ピート層など難透水性の地層を挟み、その層厚は南部の沈降域で中新世の地層まででも3000m以上になる[1),2)]。全般に北に粗粒な地層が薄く分布し、南に行くほど細粒な地層が厚くなる。

ガンジス川より北部は地質構造が隆起帯となり、更新世の隆起段丘が東西方向に広がっている。段丘はその後の地質時代、北に東西に連なるヒマラヤ山脈の隆起に伴って、南側の前縁丘陵から山麓扇状地堆積物が大量に吐き出され、大小10個ほどの南北に細長い段丘群に開析され分断された(Fig. 2)。

このように、ガンジス川より北は粒度の粗い土壌に被われ、帯水層は薄く地下水位が深いため、農業に最適な土地とはいえない。このことは、ガンジス平野は北に降った雨水が、地下に浸透して地下水を涵養し、南方に流動して循環する帯水層構造を基本としていることを示している(Fig. 2、Fig. 3)。

ガンジス川の南は事情が違う。有力な帯水層が平野の南半分に広がる。ここにはバングラデシュの総人口138百万人(2003、2025年には181百万人と推計)[3)]のうち、約30%の約4200万人、西ベンガル州には約8020万人が住んでいる[4)]。肥沃な土壌であるので、水利施設さえ整えば、稲作、ジュート、野菜、養魚などの農水産業に適した土地で、大半の国民が従事している。集落の多くは氾濫原に散在する微高地で、水はけのよい自然堤防のうえにある。ここにガンジス川を境にしてバングラデシュ国内に「北に低く、南に高い」経済格差が存在する大きな素因があると思われる。

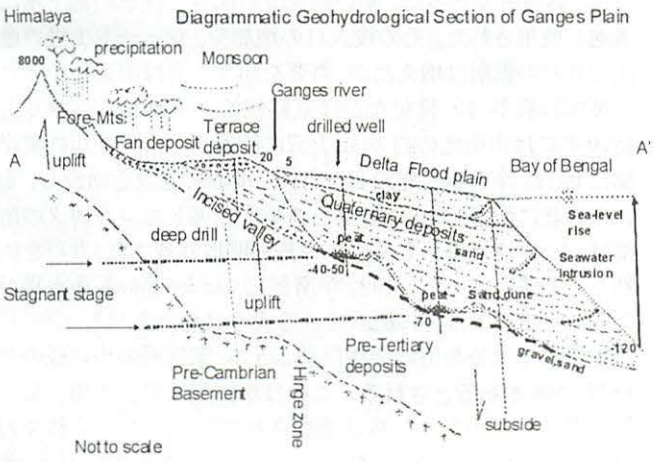


Fig.3 Diagrammatic Cross Section of Ganges Plain(A-A'on Fig.2)

西ベンガル州の州都コルカタ(昔のカルカッタ)は、1690年東インド会社がフグリ川の左岸(東岸)の幅2〜5km、長さ5kmほどの自然堤防の上に街を築いたのが始まりである[5)]。

以来フグリ川の下流にダイアモンド港をかかえ、交易地として東インドを代表する都市となって栄え、現在は首都圏で1322万人、中央141区で458万人が住み、インドで最も人口密度の高い(中央部で2.4万人/km²)都市である[6)]。

バングラデシュでは、1960年初めから地下水灌漑が始まり、1971年のパキスタンから分離独立後、地下水による生活用水の開発が続き1980年代に急速に伸びた[7)]。最初は政府が深井戸を奨励し、融資もしたが、世界銀行が1980年代後半から中小規模単位の自立支援政策へ転換したため、安価な浅井戸による小規模灌漑に移った。他に低揚程ポンプ(渦巻きポンプ?)も導入された。1997年現在、地下水灌漑面積は380万haで、その60%を浅井戸が占める[8)]。ちなみに日本の耕地面積は約470万haである。

MLGRDC (Ministry of Local Government, Rural Development & Co-operatives)は、2004年に灌漑用の井戸水にもヒ素汚染の兆候があり、農業や家畜など食物連鎖に影響を及ぼしていると認めており、揚水抑制の傾向にある[9)]。また、稲作は水を多用するため、小麦やジャガイモへの転作を指導している。

2.3 ヒ素汚染地下水に関わる安全な水問題

バングラデシュでは1971年、パキスタンから分離独立後、地下水が安全で手軽な飲用水源として、ユニセフなど国際協力もあって大々的に開発され、現在まで使用されている。特に多くの人口を抱えた農村地域の水源となっている。

こうして大規模に地下水の使用が始まったが、20年たって地下水に人間の健康に有害な水質基準(両国とも50μg/l、WHOは10μg/l)を越えるヒ素が、含まれることが判明した。

しかもヒ素は自然起源であって、回避し処理できる障害ではなかった。長年にわたってヒ素が体内に蓄積したことに起因すると思われる皮膚ガンの症状が報告されたのは、西ベンガル州で1983年のことであった[10)]。バングラデシュでDPHEにより北西部の数本の井戸から高濃度のヒ素が発見されたのは1993年のことである[11)]。両者は約260km離れた農村であるが、この間10年という長い時間が経過している。

インドの西ベンガル州とバングラデシュは、国境を接し帯水層を共有しながら、ヒ素に起因する健康障害が人間生活に不可欠な地下水から発見されたことについて、お互いに迅速に情報を交換しあったとは言えないようだ。インドではヒ素中毒病症がコルカタに近い南24パルガナス県で最初に発見され、同じ症状の患者が多いことが徐々に判明した。バングラデシュでは地下水に高濃度のヒ素が発見された北西部のナワブガンジ県サダールで翌1994年中毒患者が発見された。

このようにヒ素問題が人の命にかかわる緊急課題であったにもかかわらず、隣国での発見まで10年の時間が流れている。ガンジス平野のTA層問題は、国境を越えて流動する地下水が抱えるリスクを早急に回避し、「安全な水を緊急に確保して被災者を少なくするにはどうすべきか」という課題を問いかけている。

当平野では、TA層に依存する農業人口が大半で、しかも急増していること、さらに不幸なことに汚染した地下水無しには生活できない人口が多いことを考えると、当地域は世界

でも最も深刻な地下水問題、とくに安全な水の確保という問題を抱えた地域であると言うことができる。しかもその汚染の規模や、健康被害は調査が進むにつれて依然として拡大している。

現在ようやく両国において井戸の汚染のスクリーニングが終わり、その実態がほぼ判明した段階である。ヒ素の飲用水質の健康基準である 50μg/l 以上の地下水を飲用とするヒ素汚染の危険にさらされている人たちは、現在までに判明しているだけで、バングラデシュで約 1200 万人（推計＝全国人口 140 百万人＊全人口のうち南部居住者 30%＊汚染率 29%）、西ベンガル州で約 1200 万人である（推計＝東部 9 県の居住者 50.4 百万人＊汚染率 24%）[1]。バングラデシュでは現在 38,000 人の中毒患者がいるといわれている（朝日新聞、2006）。西ベンガルは予察的な数字だが 96,000 人である。現在、地下水の汚染度の高い地域から徐々に汚染水源の浄化や代替水源の設置など、安全な飲用水へ転換する対策が実行され始めている。バングラデシュ政府は、最近の報告で農村地域では 59%の、都市地域では 71%の給水施設は整備されたと述べているが[12]、限られた予算や、施設の維持管理を続けてゆく地元の事情（財政不足や貧弱な組織）を考慮すると、今後早急に改善すべき点は多く、安全な水を確保するまでまだ途は遠い。

2. 4 人口の都市への集中

21 世紀は世界的に人口が都市に集中する時代であると推測されている[13]。その兆候はすでに 20 世紀の末に始まっていた。バングラデシュでは 2005 年現在 3300 万人の都市人口は 2015 年に 4700 万人、2025 年には 7000 万人と倍増すると予測されている[12]。農村人口は 1 億人と横ばいと予想されている。一方、コルカタは現在でも人口密度が世界有数であるが、2000 年に 1550 万人であり、2015 年には 2140 万人になると予測されている[13]。コルカタの給水計画はかなり具体性を有しているが、ダッカを始めとするバングラデシュの都市部の給水計画について、具体的な数字は見当たらなかった。

3. 地下水のヒ素汚染の実態

3. 1 西ベンガル

20 世紀の後半になって、国際機関の協力もあって両国では手軽で安全な水資源として地下水が、井戸掘削によって盛んに開発され、その後主として生活用水に長い間使われた。それらは 50m から 150m 前後の深さが大半で、地下水位は浅く手押しポンプで揚水できた。ただし平野の南端から沿岸部は海水浸入があるため、300m を越す深い井戸が掘られた。

その後乾期の農業灌漑用に 100m～300m 以上の深い口径 100mm 以上の井戸が掘られ、ポンプ揚水されている。都市近郊には工業用の井戸もある。

インドで最初に地下水のヒ素汚染が発見されたのは、1976 年インド北部パンジャブ州、パティアラ州、ヒマチャル・プラデシュ州である。手動ポンプや手掘り井戸で得られる飲用の地下水をサンプル調査した結果であった[1]。

インドの西ベンガル州では 1983 年、サハ医師によって南 24 パルガナス州で皮膚病患者が発見されたことに始まる。これは地下水のヒ素汚染が広く知られた最初である。それ以来、多くの村でそれ以前にもヒ素汚染患者がいたことが報告されたが、組織的に診察されることはなかった。Garai らは西ベンガルで、最初にヒ素の毒性を科学雑誌に発表し、そのなかで、角膜の腫瘍や、診察が遅れた場合は肝臓に障害が及ぶことを警告した。

1988 年にジャダブプール大学の SOES（The School of Environment Studies）がヒ素研究に参加した[1]。その結果は多くの科学雑誌に公表された[1]。なかでもジャダブプール大学のチャクロボティ教授は同問題の国際会議を主催するなど主導的役割を果たした。1995 年日本の NPO アジアヒ素ネットワーク（AAN）の川原一之が初めて、コルカタでの国際会議に出席した[1]。

コルカタで生活用水の地下水に健康基準水質を越えるヒ素が発見されたのは、1980 年である。その後、SOES による調査は続けられている。西ベンガル州は 19 の県からなり、人口約 80.2 百万人で、面積は 89,193km² である。341 ブロック（バングラデシュの upazila, 郡に相当？）に 37,910 の村がある。そのなかで 19 県の 241 ブロック（70.7%）、7823 村（20.6%）の調査を終えた。調査したなかで 111 ブロック（全体の 32.6%）の 3417 村（全体の 9.0%）で 50μg/l を越える汚染があることが、2005 年現在判明している（Fig. 4）[1]。この数字にコルカタは含まれていないが、あとで述べる。

Fig. 4 はバングラデシュの BAMWSP（後述）の結果と SOES の結果を単純に国境を接して合成したものである。したがって、色区分の基準が違っているので注意を要する。前者はヒ素濃度基準値を超過した郡単位の割合で示してあり、後者はヒ素の濃度区分で示してある。

3. 2 コルカタ

コルカタは 18 世紀の東インド会社時代から、20 世紀初頭の英領インド時代まで、インド統治の中心都市として栄えた[1]。戦略上防御に有利であったことと、周りに比べて標高の高い自然堤防であったことから街が発展した。最初手掘りの井戸が掘られ、池や川の水が使用されたが、細菌と塩水のため生活用水として十分に使えるものではなかった。

コルカタに初めて地下水を目的とした井戸が、掘削されたのは 1838 年で、William 砦（現在でもフグリ川の東岸にある）の兵員用であった。幸い約 52m の深さで淡水の地下水に遭遇し使用された。その後人口の増加や、ジュート工場の進出で井戸の掘削は増えたが、需要を賄うことは出来なかった。

英国政府が 19 世紀なかば直轄統治へ乗り出し、早くも 1870 年には市街地の約 30 km上流に位置するフグリ川の東岸脇に Palta 浄水場を建設した。その後随時施設を増設し、主に市の北に配水した[1]。しかし新規に発展したコルカタの南部はパルタ浄水場から遠いため長い間取り残され、井戸を依然として使っていた。1982 年南部に Garden Reach 浄水場が完成し、市の大部分に配水できるようになった[1]。

地下水では公共用の深井戸が 235 本、家庭用の小口径の井戸が 7350 本あるとされる。このほかに個人用、工場、集合住宅用の井戸があり、数は把握されていないが、全体で約 14 万 m³/日の揚水がなされている[1]。コルカタ地域では、最近まで地下水が使用された南部にヒ素被害が報告された。現在地下水に対する依存度は 8.8%で低いが、実態はもっと多いのであろう。

それは最近急激に地下水位が低下している地区によく示

されている。1985年の調査では、1956年に比べ地下水位が全体に低下しており、とくにコルカタ南部でその傾向が強く、その降下幅は3.84mから9.75mにおよんでいる[1]。

コルカタでは中心部から南部にかけて手押しポンプによる浅い地下水の利用が多く、ヒ素によって汚染されている(Fig.5)[1]。50μg/l以上が80%を越す地域が、地下水利用が依然として多い南部と、川沿いで塩水浸入のため井戸水に依存する割合が高いと思われるフグリ川沿岸に集中している。低い地域はGarden Reach等の地表水の上水が配水されている区域であろう。

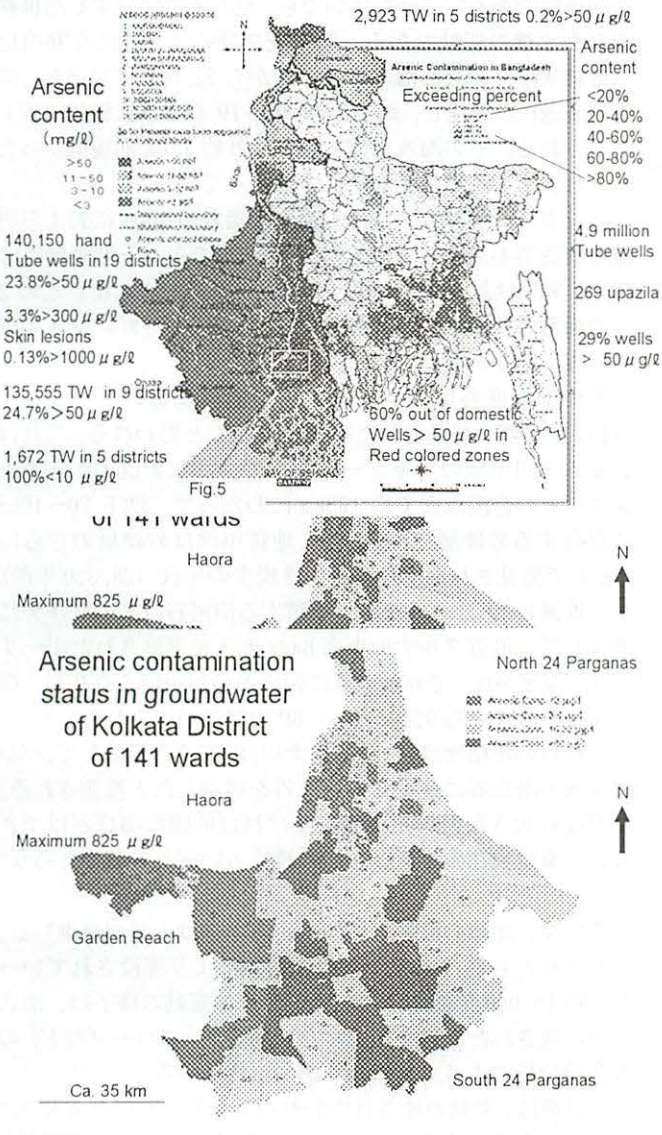


Fig.5 Arsenic Contamination in Central part of Kolkata City (Part of Kolkata in Fig.4, by SOES)

3.3 バングラデシュ

バングラデシュではDPHE (Department of Public Health Engineering) がインドとの国境に近い北西部のナワブガンジで1993年に最初に数本の井戸の地下水からヒ素汚染を報告し、患者も報告された。その結果は1995年ジャダブプール大学のセミナーで報告された。その後 、DPHEを始めとする政府が動き出し、国際機関や各国のODA、NPOも加わった。

しかし、1996年の半ばまでさえ、ヒ素の全国的な汚染や被害の規模は明らかにされていなかった。BGS (英国地質調査所) の調査が始まったのは1998年1月で、1999年1月に速報値が公表され、最終報告が出たのは2001年2月である。

かなりおおがかりな調査で科学的な結果が公表された[1]。チッタゴン丘陵を除く全国3534本の井戸を調査し、3ヶ所を選別し詳細な調査をした。その結果は150m以浅の井戸のうち、27%が基準を越えていた。

次いでヒ素汚染調査は、BAMWSP (Bangladesh Arsenic Mitigation Water Supply Project) に引き継がれ全国統一して系統的に行なわれた。これは政府、地方政府、ODAやNPOが地域を分担して、1998年より2006年まで9年を要した壮大なプロジェクトである。当初はWorld Bankにより始められ、2003年政府に移管され、援助国のODAやNPOに引き継がれた。

各団体で郡 (upazila) 単位に担当を分け、データはDPHEのNAMIC (National Arsenic Mitigation Information Center) に集積されデータベース化された[1]。水供給、保健と農業の3つある部門なかで水供給部門は、国の南半分を中心に、約490万本の生活用井戸を主に野外分析器によって地下水のヒ素の化学分析を実施し濃度を測定した。

最終的に、全国で約800万本あるといわれる井戸の62%を個別分析した。その結果、全体の29%の井戸で、50μg/lの基準値を越すことが分かった。それを郡単位の割合で図化したものが、**Fig.4** のバングラデシュ側である[1]。この29%という割合はBGSが出した結果の27%とさほど変わらない。これは、BGSの調査対象の母集団がBAMWSPの約1400分の1の少なさであったにもかかわらず、割合がさほど変わらないのは、バングラデシュ全体の汚染の割合を示唆する数字としてかなり重要である。

郡単位で60%以上の井戸が基準値を越す地域は、非常に顕著な分布を示す (**Fig.6**)[1]。その地域は、バングラデシュの南半分を約100～120kmの幅をもって、西の国境線から西南西－東北東の走向で東の国境まで帯状に連なる。その長さは約240kmである。ただし、その帯は途中2ヶ所でほぼ南北方向に幅20kmほどの低濃度帯(20%以下)で途切れる。また、興味深いことに、分布の北限は標高3.5－4mの等高線に並行する。これは約6000cal yr BP(暦年較正値)頃の最大海進時の標高とほぼ並行する[1]。

南限がほぼ1.5mであるのは、塩水浸入があるため、以南には浅い井戸は存在せず、300mほどの井戸で淡水を利用しているためである。

他の地域は、測定密度も低いこともあって、60%を越すような高濃度の郡は、メグナ川上流のシレットおよび、ガンジス川の国境付近のみである[1]。

汚染した地下水が含まれる帯水層の深さは、井戸の深度とヒ素の濃度の分布から推定することが出来る (Fig.7)[1]。BGSの調査も、高濃度のヒ素を含む地下水は、深さ150mまでの井戸に集中し、その濃度も平均100μg/lで、濃いものは1000μg/lを越える。とくに、深度20～100mの井戸に、100μg/lを越える井戸が集中する[1]。深さ150mを越える井戸には基準値を上回る井戸は少ない。150mを越すような深い井戸が少ないこと、帯水層に設置したスクリーンの前後の外周が密に閉塞されているかなど井戸の仕上がりの問題は

あるが、100m以浅の井戸にヒ素が多いことは明らかである。

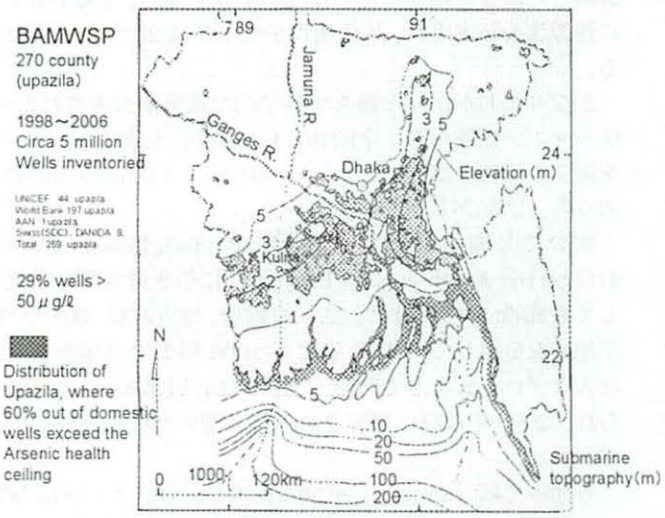


Fig.6 Channels of low contaminated area in south Bangladesh along with the old Jamuna River(broken line through Kulna in the west)

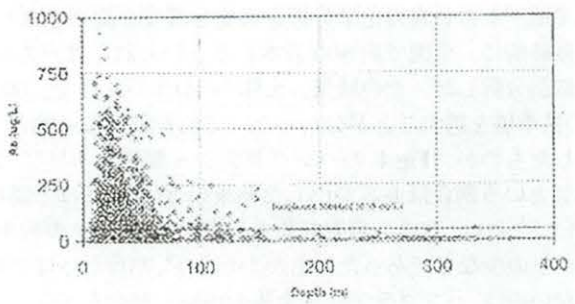


Fig7 Depth Profile of Arsenic in Tubewells

4. 地下水のヒ素汚染と第四紀末の海水準変動

4. 1 地下水ヒ素汚染の実態

Fig. 4 はバングラデシュの BAMWSP によって調査された分布図と、SOES によって得られた西ベンガル州の結果を単純に接続させた図である。西ベンガル州は分析した手動ポンプのサンプル母数は140, 150本とバングラデシュの2. 9%に満たず、圧倒的に少ないので細かい傾向を一概に語ることは出来ない。

西ベンガル州では、汚染の度合いを県単位で色分けし、19県を3つに分類した[1)]。1番目は非常に汚染されている井戸水で、300μg/l のヒ素濃度が見られるものである。フグリ川とガンジス川の分岐から、下流東岸にある9県に分布する。135, 555 個のサンプルの 49. 7%が 10μg/l 以上、24. 7%が 50μg/l 以上を示した。2 番目は中位に汚染されている井戸水で、2923 本の井戸を調べた。大半が 50μg/l 以下で、少数が 50～100μg/l で、50μ g/l 以上は 0. 2%にすぎない。100μg/l を越える濃度はない。西ベンガル州の最北の5県に分布する。3番目の地域は、1672 個のサンプルは全て3μ g/l 以下である。非汚染の範囲に入る 10μg/l 以下かヒ素無しとしてよい地域で、フグリ川の西岸の5県に見られる。

以上のことからバングラデシュ中央部を、50μg/l 以上のヒ素汚染率が 60%を越す割合の郡が分布する帯状地域が、約 100 km幅で東西に続く傾向は、西ベンガル州のフグリ川東岸地域にまで連続し、西岸と北側には続かないと言うことができる。バングラデシュの帯状の分布が2ヶ所で分断されることは既に述べた。これはヒ素の濃集と地下水への溶脱を考えるとき、重要なヒントを与えてくれるが、後に述べる。以上がガンジス川平野全体のヒ素汚染地下水の分布の概要である。

4. 2 ヒ素汚染の実態を第四紀海水準からみる

ガンジス平野の TA 層のヒ素問題を考える時、最も重要で密接に関係するのは、当平野の第四紀における地形と地質構造発達史である[2)]。そのなかでも、その末期に発生した世界的な海水準の変動である。第四紀末期の全地球的な寒冷化（最終氷期）のため海水準は、今から 22, 000 年前後から低下（海退）が加速し、約 18, 000 年～19, 000 年に極限に達したとされる。その海水準は、現在より約 120m 前後低かったとされ、その証拠は世界的に多く残っている[2)]。

ベンガル湾の沖合いには、西側に深さが 200m におよぶ明瞭な海底谷が陸側より沖合いまで追跡でき、一方東側には 50m 以深におよぶ比較的緩い海底谷がある（Fig. 6）。この2つの海底谷は最終氷期の海退時に下刻されたガンジス平野の河川に続くと考えられる。

西側の海底谷は、ジャムナ川の橋梁基礎のボーリング（1974）の際、発見された砂礫層に続くと思われる。これはジャムナ川上流のチャタール川との分かれの直下からガンジス川との合流点まで約 135km にわたって、地下 70～100m に存在する砂礫層である[2)]。地質年代は砂礫層のさらに 20m 下で発見された木片の放射性炭素の年代（28, 320 年前）から推測した。この砂礫層が堆積する旧河谷は南のクルナに連続し[2)]、最近クルナの東南 Bagerhat で実施されたボーリング（深度 90m）で 60m 以深に河成の砂層が厚く存在し、深度 55m の木片から 9219cal yr BP の年代が得られた[1)]。

これらの堆積物は「古ジャムナ川」の下流を形成して、ベンガル湾の海底谷に連続していた谷を埋没したと推測される。なぜなら大きな河川が上流になければ明瞭な海底谷はできない。東は現在のガンジス川の続く古い河谷の跡であろう[1)]。

その後、地球の温暖化に伴い、海水準は上昇（海進）し、下刻された谷筋は上流からの堆積物により埋没されていった。約 10, 000 年前から現在まで、その変動の様子は、海底泥中に残された海岸を指標する植物（マングローブなど）の古花粉分析によって、細かく調べられている[1)], [3)], [2)]。その結果は、変動の速さは変わりながらも、現在の海水準に向かって海進が続き、途中2回ほど顕著な上昇の停滞期がある。これは東京湾の結果と同じである。停滞期は長いときは 1000 年ほど続く。その標高は現在の海水準より－70m と－40～－50m 前後である[2)]。

この海水準の停滞期には、デルタは発達せずに、遊水地や後背湿地、三日月湖には葦や藻類、マングローブなどの植物が繁茂し、枯れてはその場に埋もれてゆく。海岸には湾岸流によって砂丘やラグーン（潟湖）の潮間帯が発達する。この環境はやがて有機物を地中に封じ込め厚い有機物層（ピート）となる。有機物はバクテリアによって酸素を消費し、還元状態になる。

第四紀更新世末期から完新世にかけて、ガンジス平野を形

作ったデルタの発達は、平野の西北端から始まった(Fig. 2)[2),1)]。ガンジス川の西端を流れるフグリ川は、固い岩盤でできた古生代の花崗岩類とその東端を縁取る更新世の段丘堆積物を避けるように、東南に扇状に広がっていった。それは氾濫原と自然堤防や後背湿地を作り、河川流路の浸食と変化を繰り返しながら、三日月湖跡を残してゆくという、一連の地形発達史を繰り返した[2),1)]。

ヒマラヤ山脈の隆起による堆積物の供給の増加と、デルタ域の沈降が相まって、ガンジス川は氾濫原と自然堤防の扇形の列を作り、フグリ川が作った古いデルタを迂回し埋没させ、流路を東遷させながら、東にデルタを広げ、ガンジス平野を埋積する一方で帯水層を形成した。こうして「古ジャムナ川」は第四紀更新世末期から第四紀の早い時期にジャムナ、ガンジス両河川から大量の堆積物を供給されて埋没し、流路が絶たれて海底谷が明瞭な形で残ったと考えられる。

一方、東のガンジス川は現在まで堆積物を海底に運んだ結果、谷筋が埋没し不明瞭になったと推測される。

5. ヒ素の化学的な性質と地下水中の挙動

ヒ素（As）は硫砒鉄鉱（FeAsS）や黄鉄鉱（FeS^1）を起源とする酸化した土粒子に含まれ、他に熱水や火山噴気起源がある。水の中では陽イオンとして挙動せず、酸素と親和力が強いため、結合してオキソアニオンとして挙動する。ヒ素には４つの同位体があり、毒性の強い＋３価のヒ素は亜ヒ酸（H^1As^1）を作って、負電荷の物質とは結合しない。吉村・赤井[2),1)]によれば「ヒ素のオキソアニオンはFe、Mn、Alなどの酸化物・水酸化物等の表面に吸着されて、沈殿したり、水中に懸濁している。表面に吸着されるため比表面積が大きい、つまり小さい物質の方が吸着率が大きい。（中略）鉄酸化物・水酸化物はヒ素を吸着している最も重要な鉱物である。ピート層に濃集することも知られている」とある。

また、同著では、「地下水ヒ素汚染のメカニズムとして、ヒ素の溶解度は小さいので、即地下水がヒ素に汚染されるとは限らず、溶け出すそれなりのきっかけ、誘因が必要である。（中略）それらとして、酸化還元環境の変化、pHの変化―アルカリ化、塩分濃度の変化、肥料―とくに燐酸の影響、その他の化学物質の影響、富栄養化、地下水位と地下水の流動速度」をあげそれぞれ論点を整理している。

次に彼らは簡潔にヒ素汚染をもたらす地質環境を述べている。これは、次のように整理できる。バングラデシュにおける海水準の変動とヒ素汚染した井戸の分布については、辻（2006ｃ）に述べたので、繰り返さないが、重要なことは①高いヒ素分布地域の北限と、地質的に推定される最終海進の標高とほぼ一致する、②最終海進中に海水準の停滞期がバングラデシュにも認められ、有機物質が多く含まれる。③ヒ素の高濃度帯は２ヶ所汚染率が20%以下の低汚染帯によって南北に分断される、④その２つの分断帯は最終氷期の埋没谷の方向にほぼ一致する、⑤バリンド台地や、西ベンガル州のフグリ川西岸にヒ素汚染は見られない、⑥ここは更新世の段丘堆積物や、その後の山麓扇状地で透水性の良い粗粒な堆積物が分布し、地下水流動がよい帯水層である[1)]。⑥の観察は吉村・赤井の記述と一致している。即ち酸化電位条件下の地域である。

6. 安全な地下水の確保へ-ヒ素汚染低減化の試案

バングラデシュの過去の洪水による冠水域の記録をみると、洪水はクルナからジェソール、さらに西側の国境までの南北に広い卵型の地域にはおよばず、冠水しなかったことが分かる。(**Fig8**)[2)]。地形図では西ベンガル州のフグリ川東岸に広がる古いデルタにほぼ相当する（**Fig.2**）[3)]。当地域は周りに比べ標高が高い訳ではないから、これは恐らく支流網の上流がガンジス川本流と分断されており、洪水が浸水しない地形によると考えられる。

この卵型の無冠水域の東縁は、ほぼ「古ジャムナ川」の流路に当る。この流路は旧河川谷であるから、地下に透水性の良い砂や礫の多い地層が堆積して海に連続していることは十分予想される。上記のヒ素の化学的性質を考慮すると、①以前は周りと同じようにヒ素は高濃度であったかもしれないが、流動性の良い地下水によって洗い出された結果、ヒ素汚染率が20%以下の低い地域になった。②粗粒堆積物が多いため、もともと海進時にヒ素が濃集しなかった。と２つの考え方ができる。恐らく②の可能性が高く、低濃度率の分断帯が旧流路に近い要因はここにあると思われる。

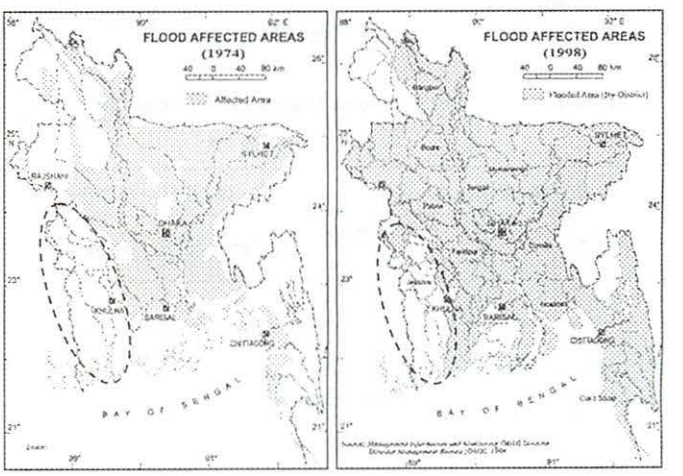


Fig.8 Flood Affected Area in 1974 and 1998

したがって、洪水が冠水した事が無いクルナの西を、自然の右岸堤とし、古クルナ川の直上に沿って洪水を導水する排水路を開削すれば、ヒ素を含まない雨水を地下水の人工涵養の水源として、水質改善と洪水の放水路を兼ねた導水路（いわば古ジャムナ川の復活案）が出来るのではないかと思われる（**Fig.6** の点線）。

その長さは、ジャムナ川との合流点から南海岸の河口まで約150 kmである。勾配は6/15,000 (1/2,500) と極めて緩い。これは必ずしも直線形にする必要はない。自然地形（後背湿地、三日月湖、自然堤防、古砂丘、ラグーン跡）を生かしうまく接続させてゆけば、工費も安くなると思われる。また、独立して自然地形として各地に残る低地を、人工涵養の皿池として利用できる。もちろんこれから始める各ユニオンごとの代替施設の建設費や維持費との経済比較検討が必要である。湿地帯の生態系への影響はもちろん配慮せねばならないが、安全な人の水を確保することも考えねばならない。

7. 現在の水道供給の状況

7. 1 コルカタ市の給水

フグリ川の右岸（西岸）には水理地質で述べたように古い更新世の段丘が分布し、ヒ素を含む地層は分布しない。西ベンガルのコルカタでは市街地の30㎞北のフグリ川から取水するPalta施設（現在インディラ・ガンディと改名）が1870年に、配水を2.3万m^3/日から始め、ヒ素が都市部で問題になることは無かった。2007年には98.4万m^3/日に拡張の予定である（**Table1**）[13]。都市が南に発達するにつれて、Garden Reachに新たに浄水施設が作られた。しかし、農村地帯には手が回らず、フグリ川の左岸（東岸）に沿う農村で100mより浅い井戸に50μg/lを超す濃度の高い地下水が産出し、ヒ素被害が発生した。**Table1**にある地下水利用率は8.8%と低いが、最近法令順守を促す下記のような広報が行なわれた。

西ベンガル州は当初は大統領の裁可事項で、2005年にWest Bengal Ground Water Resources Actを制定した。市と州内で違法な地下水揚水が後を絶たないため、水管理委員会に地下水涵養と保全のキャンペーンを立ち上げ、市民に喚起を促すよう指示した（The Statesman,2007年3月7日）。伝統的な雨水利用や節水と、新規の井戸掘削に許可が必要なことを改めて指示した。市の中心部では地下水位が9mから16mも降下した。これは急速な都心部の開発が影響している。

Table1 Water Source of Kolkata Waterworks(*1000m3/day)

ガンジス川（表流水）				
左岸（東岸）・コルカタ			右岸（西岸）・ハウラー	
パルタ	ガーデンリーチ	バラナガル・カマールハティ	パトマプクール	セラムポール
730	270	136	180	90
1,136			270	
1,406（91.2%）				
地下水				
地区井戸	私用井戸	—	—	—
90	45	—	—	—
135（8.8%）			—	
1,541（100%）				

農村から都市への人口の流入やバングラデシュからの難民（現在特別に水道料は無料となっている）など最近急激に人口が増加している。市中心部の人口密度は、2.4万人/km^2で、デリーやムンバイを抜いている（**Table2**）[13]。

Table2 Waterworks and water demand forecast in Kolkata Metropolitan District

年	人口（百万人）	需要量（＊1000m3/日）	
		コルカタ都市圏	コルカタ自治体の配分
2000	15.50	2,034	675
2015	21.40	2,565	696

給水に関する他の問題点として、自然条件では、市の東部に塩沢地が広がること、南は感潮域に面すること、熱帯特有の細菌などである。社会条件としては、不適切で老朽化した配水システム、人による盗水や消火栓の劣化による漏水など有収率の低さがあり、漏水は26-3%にもなる[1]。

見逃せない問題として、未処理水の水供給が34万m^3/日もあることである。これは、フグリ川からポンプアップされ、主幹線のパイプで配水される水で、カンリックガット、ワットガンジにある。これらの水は火事、道路清掃、トイレ等に使用され、貧困層には家庭用水として使われている。1960年代のコレラ流行の原因となり、以後塩素滅菌され、1963年から病気は減った。外には使い古したパイプとタンク、スラム街や道路には壊れた水道栓がある。配水管は1日に6-7時間通水され、他は空にするため、亀裂から公害物質が浸入したり、配水管の周りの土の塩分濃度が高く、腐食も問題である。しかし、コルカタの水道関係者から水道のヒ素汚染の話を聞くことは無かった。

最後に、コルカタの給水問題として、ガンジス川のファラッカ堰は避けて通れないだろう。この堰は1975年国境から約18㎞上流の本流に造られた[2]。16世紀まで本流であったいうフグリ川に両国の協定により、決められた水量を分水しているという。インド側では、途中のムシダバッドにある石炭火力発電所（認可発電容量210万KW）に使用する、フグリ川に埋積した掃流砂を流出させ、船運航路を確保する、コルカタの水資源を確保するという3つの目的がある。

これに対し、バングラデシュ側から水資源の減少によって農業と人の生活が脅かされる、塩水の遡上によって農作被害が広がる、予告なしの放流で洪水が発生するなどクレームがついている。1996年12月「ガンジス川協定」によって両国の分水量は一応決着したとされている[2]。

7. 2 西ベンガル州

当地における給水は、水理地質とヒ素汚染の項で述べたように、村落は地下水によって行なわれている。その水量については分からないが、75.6百万人が50l/日の生活用水を使用した場合、約378万m^3/日の地下水が揚水されている。

7. 3 バングラデシュ

バングラデシュでは生活用水の97%を地下水に依存している。政府はヒ素の水質基準（50μg/l）を越える生活井戸の汚染率が80%を越えている800村（全体で8540村あるうちの9.4%）をEmergency Response Villagesとして優先的に対策に乗り出すことにしたが、必ずしも適当な代替水源がある訳ではない。その具体的な指針がMLGRDCによって2004年3月に出された「National Policy for Arsenic Mitigation 2004 & Implementation Plan for Arsenic Mitigation in Bangladesh」である[1]。ここには基本政策から、適地の選定、工法、代替水源の設計図にいたる細かいことが記してある。今までODAやNGOによって実施された事例は多い[2]。

援助組織や地元事情により、規模は異なるが、1タンクの建設費は、代替の浅井戸の掘削を含め、25～30万円であるが、その90%は援助するが、残り10%は地元負担とする。地質的な条件で、濾過材である砂利は1タンク当り6200円と割高である。砂も北から運搬する。

住民の自立を促すため、維持管理費は地元に任せ、その負

担とする。水質にもよるが、年に1～2回は砂と礫を洗浄する必要がある。給水計画は一人5l/日とし、1タンク当り1.5～2.0m³とするため、給水人口は平均300～400人（水源により150～200人もある）である。生活圏から500m以内に1つの共同栓があることが望ましい。ヒ素汚染のない深井戸から直接給水するのが、一番安全で安いので、地元のドンキー工法で300mを目指している。2005年11月までに汚染地に21,005基の代替水源が建設された[31]。

このほかに特殊な例として、JICAとAANは三日月湖の水源（Baor）使った規模の大きな地域水道パイプシステムの試みを行なった[31]。

代替水源で一番の問題は、建設を受け入れる組織の単位をどうするか、維持管理をうまく運営する組織として存続してゆくかにかかっている。代替資源の成功の鍵は、最初の計画から住民参加型にすること、井戸ごとの利用者組合の結成と団結をうまく継続させることであるという[21],[31]。水源と並行して、日常生活の食事における栄養指導も行なわれている。月に1度NPOなどにより水質検査が行なわれている。

8. 結論 ： ガンジス平野のTA層に潜むリスク

8.1 生活用水がヒ素汚染され、健康を害するリスク

一般にリスクの被害規模や発生確率が大きな場合、その低減対策は安全対策や有害要因の低減に向かう[32]。当平野の場合リスクの原因は保険のきかない自然起源であり、避けて逃れられる問題ではない。そこに定住し生活する人が帯水層に対し地下水位を低下させ揚水して始めて地下水を得る。その作用をおよぼす限り、その反作用をこうむることになる。こういう発生確率も被害規模も大きなリスクでは、被害のこうむり方を最小限にする工夫を出来る限り早く探しだし、リスクを地道に取り除いてゆくより他に方法はないと思われる。

8.2 地下水のヒ素汚染の発生機構の解明と対症に関する情報交換不足のリスク

人は異変の発生を認識したとき、まず事項を整理・分析し、個人や組織の範囲（政府や国）で対処できるか否かを判断するものである。このとき限られた人的資源や情報量のなかで、異常性の評価がその後のリスク低減の度合いを大きく左右する。その場で偶然に発生したことで、田舎の地方の奇病という症例と評価すれば、一時的な一地方の異変として埋没する。

したがって、他者の目に付かないように秘密裏にことを覆い隠し、公表を避けるのが常である。それが少し良心的な科学者の世界であれば、混乱や誤解を避けるため、再現性や確証を得るため、さらに実験や調査を続けたあとに、再度判断の岐路に立つだろう。しかし多くは内輪の世界で処理されがちである。国が違えばその壁はなおさら高くなるであろう。

今回の場合、インドで、北部パンジャブ州などを除き、西ベンガル州で、ヒ素汚染患者が報告されたのは1983年である。バングラデシュで発見され問題化したのは、1993年である。10年の月日が経っている。専門学術雑誌での発表は別にして、両国で情報交換の場がもたれたのは、1995年コルカタの国際会議が最初であろう。

この長く経過した時間の間に、もっと早く対策が講じられていれば命を救われた人や、症状の悪化を防げた人が沢山いたことを想像するには、十分な時の流れであろう。

これに関連するが、ダッカの近くに住む50代の原告（Sutradhar氏）がBGSの上部組織であるNERC(Natural Environment Research Council)を被告として訴えた損害賠償請求の訴訟事件（2004）がある[33]。最終的に英国のHouse of Lords（最高裁判所にあたる）は2006年被告に不作為の過失は無かったと請求を棄却した。この訴訟は原告がそれまで池の水で賄っていた飲用水を、BGSに雇われた専門家がヒ素の検査をしなかった井戸に変えたため、健康被害を受けたというのが発端である。情報伝達の不備に対する非難と将来同様の訴訟の対象になる可能性を示唆していると思われる。

8.3 地下水のヒ素汚染が食物連鎖におよぶリスク

バングラデシュでは深井戸を掘削し、乾期に灌漑して稲作している。稲は比較的ヒ素に強いと言われているが、最近残留ヒ素が見つかった。稲作はバングラデシュの50%以上の人が従事する基幹産業である。National Policy 2004ではヒ素汚染を土壌や家畜についても行なうよう指示した。この問題はこれからどう展開するか全く予測がつかない。

8.4 リスクを低減する対策・指針と人間の知恵

異常や異変を見逃さずに、予測されるリスクを普遍的な原理・原則までさかのぼって分析し、評価する力は、第1にその人が属する国や組織が決めたリスク対応方針や行動指針によるだろう。直接に異変に遭遇した場合、人が異変を「見逃さない」判断を下すことや、最悪のシナリオを想定する力は、リスク対応に対する教育や科学的専門性、それに経験や人脈に由来する人間的な総合力とも言うべき「人間の知恵」によるところが大きいと思われる。ガンジス平野の場合には、病理的な症状の判断と汚染地下水の器となる水理構造や、原因物質であるヒ素に対する広範な知識や情報収集力を結集して将来のシナリオをシミュレーションする力が一番基本になると思われる。

Table3 Main policy and guideline on water resources, Bangladesh

Year	Policy and Plan
1992	National Environmental Policy
1994	National Forestry Policy
1996	National Energy Policy
1998	National Fisheries Policy
1998	National Policy for Safe Water Supply & Sanitation
1999	National Agricultural Policy
1999	Industrial Policy
1999	National Water Policy
2004	National Policy for Arsenic Mitigation 2004 & Implementation Plan for Arsenic Mitigation in Bangladesh
2004	National Water Management Plan(Approved by the Council)
2005	Sector Development Programme, Water and Sanitation Sector in Bangladesh. Vol.1,Main Report
2005	Pro Poor Strategy For Water and Sanitation Sector in Bangladesh

最後にこの世界でも最も困難なTA層問題に取り組むバングラデシュ政府が発表した最近の政策や指針を表としてま

とめた（**Table3**）。この中に彼らの英知は十分書き込まれており、内容は評価できる。この中で一番重要でかつ緊急の政策と思われる「National Water Management Plan 2004」の冒頭の Executive Summary の一説に、“最近のヒ素の発見によって、農村地域の人々へ安全な水を供給した過去の成功は、もとに戻ってしまった”という悲痛な叫びがある。

「安全な水」の供給はいかにこれらのポリシーに則り、迅速に地方末端までの組織力をきちんと構築して実行するかにかかっている。それは TA 層の地下水に依存する人々の命に直結した緊急の課題である。

Fig4 は科学的にはヒ素汚染を表した分布図であるが、約 2400 万人の人々が現在も災害の渦中にあって、人の健康・生命におよぶ災害が極めて高い確率であることを示した「Hazard Map」として理解すべき図である。

バングラデシュの National Policy for Arsenic Mitigation 2004 は、地下水を国家の水源とし、Groundwater Act を制定する必要性をはっきりと述べている。しかし今も地下水や水道水源に関する法律は無く、Policy と Water Guideline があるのみで、地下水管理に一番基本的な法的措置が置き去りにされている。地下水の法的位置付けは国の財産権、水に関係する慣行水利権、環境保全などの関係法と大きな係わりをもっている。これから検討されるであろう地下水法の内容とともに今後の課題としたい。一方、西ベンガル州には The West Bengal Ground Water Resources Act が 2005 年に制定されているが、実効を伴っていないことは既に述べた。

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」－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 2008 年 4 月 8 日）
（原稿受理 2008 年 5 月 2 日）

参考・引用文献

1）IHP-VI,Series on Groundwater(2001)Internationally Shared (Transboundary) Aquifer Resources management. Their Significance and sustainable management. A Framework Document.71pp.

2)大矢雅彦（1993）河川地理学. ブラマプトラ・ジャムナ川—造山帯・モンスーン河川. pp. 179—194. 古今書院, 東京

3)Ministry of Local Government, Rural Development & Co-operatives, Government of Bangladesh. Management Information and Monitoring Division,.46pp.

4) Reimann,K.-U.(1993)Geology of Bangladesh. 160pp. Gebruder Borntraeger,Berlin,.

5) Khan,F.H.(2000)Geology of Bangladesh. 207pp. The University Press Limited,Dhaka,

6) Local Government Division(2004)National Policy for Arsenic Mitigation 2004 & Implementation Plan for Arsenic Mitigation in Bangladesh. .92pp.

7) http//www.soesju.org.arsenic/wb.htm(2007)Groundwater Arsenic Contamination in West Bengal-India(19 years study) Reported work done by SOES

8)Chaudhuri,S.(2005)Calcutta. The Living City. Vo.1. The Past. 276pp.Oxford University Press,New Delhi.

9)Chaudhuri,S.(2005)Calcutta.The LivingCity.Vo.2:ThePresent and Future. 365pp. Oxford University Press,New Delhi.

10)Fazzal,M.A.&T.Kawachi(2001)Extent and Severity of Groundwater Arsenic Contamination in Bangladesh.Water International,.**26**,370-379.

11)Rahman,A.A. et at ed(2003)Groundwater Resources and Development in Bangladesh. Background to the Arsenic Crisis, Agricultural Potential and the Environment. 466pp.The University Press Limited,Dhaka.

12)Local Government Division(2005)Sector Development Programme, Water Sanitation Sector in Bangladesh.Vol.1,Main Report.157pp.

13)ウィトォー, J. I.& A.K. ビスワス・深澤雅子訳（2002）水のリスクマネージメント. 都市圏の水. 271pp. 国連大学出版局, 東京.

14)川原一之(2005)アジアに共に歩む人がいる　ヒ素汚染にいどむ.　岩波ジュニア新書. 214pp. 岩波書店, 東京

15)Garden Reach Water Works(1993)Calcutta Metropolitan Water and Sanitation Authoruty.26pp

16)British Geological Survey(2001) Arsenic contamination of groundwater in Bangladesh. Vol.Summary.15pp.

17)Ogata,R.(2006)Personal communication, JICA Expert, Department of Public Health Engineering (DPHE), Bangladesh

18)辻　和毅(2006c)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　四万十・流域圏学会誌、6.　31-38.

19)GoodbredJr,S.L.et.,al.(2000)The significance of large sediment supply, active tectonism, and estuary on margin sequence development: late Quaternary stratigraphy and evolution of the Ganges-Brahmaputra delta. Sedimentary Geology, **133**,227-248.

20)Siddall,M.et.,al.(2003)Sea-level fluctuation during the last glacial cycle. Nature,423,853-858.

21) Chida,M.in JICA Report（1974）Study Report on Subsoil Investigation Works forJamuna River Bridge Construction Project

22) 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

23)Shahidul Islam,M.(2001)Sea Level Changes in Bangladesh: The last Ten Thousand Years. 185pp Asiatic Society of Bangladesh.Dhaka

24) Narayama,A.C.(2002)late Quaternary Geology of India and Sea Level Change. Memoir 49.116pp.

25) 貝塚爽平（1979）東京の自然史。239pp. 紀伊国屋、東京. 成瀬　洋（1977）日本列島の成り立ち. 258pp. 同文書院, 東京など

26)吉村敬久・赤井純治（2003）土壌および堆積物中のヒ素の挙動と地下水汚染.　地球科学, 57、137-154.

27)Management Information and Monitoring Division, Disaster Management Bureau(1998)

28)中山幹康（2003）ウォーター・ウォー—もうひとつの南アジア紛争史. FRONT, 172, 34－36.

29) 対馬幸枝（2003）東部諸県代替水源視察記.（手記）, 6pp.

30)Local Government Division(2007)Sustainable Arsenic Mitigation under integrated Government System in Jessore. Interim Report. 97pp.

31)JICA/ANN(2004)Arsenic Mitigation Report 6,Pipeline Water System, Baor: the Water source,12pp.

32)（社）日本技術士会（2001）技術士制度における総合技術監理部門の技術体系. 197pp.

33)Atkins et.,al.(2006)Toxic torts:Arsenic poisoning inBangladesh and the legal geograpies of responsibility.Transaction of the Institute of British Geographers.**31**,3.272-285.

[四万十・流域圏学会誌　第 7 巻　第 2 号　41-45　2008]

＜報　告＞

H20 年度 第8回 四万十・流域圏学会 総会 報告

高知県森林総合センター・情報交流館

平成 20 年 5 月 31 日

AM11:20～12:00

総務委員会

（記）

平成 19 年度事業報告

平成 19 年度財務報告

平成 20 年度財務計画

平成 20 年度事業計画

＜添付、パワーポイントのコピー参照＞

H20年度 第8回 四万十・流域圏学会 総会

高知県森林総合センター・情報交流館

平成20年5月31日

AM11:20～12:00

総会報告資料

総務委員会

平成19年度事業報告

（平成19年5月1日～平成20年3月31日）

- 平成19年5月13日
  不知火海・球磨川流域圏学会・第二回総会・研究発表会への参加 <辻、村上>
- 平成19年5月26日
  第7回四万十・流域圏学会総会・研究発表会の開催
- 平成19年 5月27日
  - 四万十・流域圏学会（第7回） ユースセッション フィールド・ツアー
  - ●ホタルが生息する自然環境の観察（南国市奈路川）
  - 対象：小中学生（保護者および大会参加者も参加した）
- 「四万十活性化小委員会」、四万十かいどうプロジェクトの推進
- 流域圏交流プログラムの展開

- *平成19年 6月15日 四万十・流域圏学会誌第6巻第2号発行*
- *平成19年 12月15日 四万十・流域圏学会誌第7巻第1号発行 ⇒ (H20.3.31)*

○ *平成20年 6月15日 四万十・流域圏学会誌第7巻第2号発行＜予定＞*

平成19年度総務委員会報告

（平成19年5月1日～平成20年3月31日）

- 平成19年度事業計画の執行管理
- 「四万十活性化小委員会」、四万十かいどうプロジェクトの執行
  ⇒四万十活性化委員会の立ち上げ体制を確立
- 流域圏交流
  不知火海・球磨川流域圏学会との連携協力

平成19年度編集・出版委員会報告

（平成19年5月1日～平成20年3月31日）

○ 平成19年 6月15日 四万十・流域圏学会誌第6巻第2号発行

- 平成19年12月15日 四万十・流域圏学会誌第7巻第1号発行⇒ (H20.3.31)

○平成20年 6月15日 四万十・流域圏学会誌第7巻第2号発行 <予定>

- ISBN取得 ⇒ <継続課題>
  流域圏学会誌 への統合化計画イニシアティブの検討

平成19年度表彰委員会報告

（平成19年5月1日～平成20年3月31日）

- 努力賞（小・中・高等学校）の設立準備 ⇒<感謝状>
- 功労賞と奨励賞の設立準備

平成19年度企画委員会報告

（平成19年5月1日～平成20年3月31日）

- 平成19年5月13日
  流域圏交流プログラムの展開
  （不知火海・球磨川流域圏学会・第2回総会・研究発表会の支援参加と流域交流）
- 平成19年 5月27日
  四万十・流域圏学会（第7回） ユースセッション フィールド・ツアー
  - ●ホタルが生息する自然環境の観察（南国市奈路川）
  - 対象：小中学生（保護者および大会参加者も参加した）

平成19年度財務報告(収入)

平成19年5月1日～平成20年3月31日

1. 一般会計・収入の部(総括表)　(単位:円)

科　目	予算額	実行額	比　較
学会年会費	800,000	385,000	-415,000
その他会費	0	0	0
補助金	0	0	0
助成金	0	0	0
寄付金	0	0	0
雑収入	2,000	1,223	-777
仮受金	0	0	0
当期収入合計	802,000	386,223	-415,777
前期繰越金	1,101,209	1,101,209	0
収入合計	1,903,209	1,487,432	-415,777

平成19年度財務報告(支出)

平成19年5月1日～平成20年3月31日

2. 一般会計・支出の部(総括表)　(単位:円)

科　目	予算額	実行額	比　較
研究発表会	120,000	32,869	-87,131
一般会計	500,000	386,615	-113,385
印刷費	420,000	337,050	-82,950
会議費等	0	0	0
旅費	0	0	0
通信費	60,000	39,700	-20,300
事務費	10,000	7,420	-2,580
雑　費	10,000	2,445	-7,555
当期支出合計	620,000	419,484	-200,516
次期繰越金	1,283,209	1,067,948	-215,261
支出合計	1,903,209	1,487,432	-415,777

平成19年度財務報告(特別会計)

・研究発表会　平成19年5月26日

・フィールド・ツアー　平成19年5月27日

特別会計・収入の部　(単位:円)

科　目	予算額	実行額	比　較
第7回研究発表会参加費	120,000	129,000	9,000
研究発表会参加費		129,000	
昼食代	0	0	0
寄付金	0	0	0
雑収入	2,000	0	-2,000
一般会計から繰り入れ	120,000	32,869	87,131
収入合計	242,000	161,869	-80,131

特別会計・支出の部　(単位:円)

科　目	予算額	実行額	比　較
第7回総会・研究大会	150,250	99,279	-50,971
概要集印刷費	100,000	68,250	-31,750
横断幕作成費	0	0	0
事務費	10,000	10,579	579
会場バイト代	20,250	20,250	0
雑費	20,000	200	-19,800
環境教育	70,000	62,590	-7,410
講師の旅費	60,000	60,000	0
高校生交通費	0	0	0
お茶等飲み物	5,000	1,590	-3,410
傷害保険	5,000	1,000	-4,000
その他	21,750	0	-21,750
支出合計	242,000	161,869	-80,131

平成20年度財務計画(収入)

平成20年4月1日～平成21年3月31日

一般会計・収入の部(総括表)　(単位:円)

科　目	H19収入額	H20予算額	比　較
学会年会費	385,000	760,000	375,000
その他の納入金等	0	0	0
補助金	0	0	0
助成金	0	239,000	239,000
寄付金	0	0	0
雑収入	1,223	2,000	777
仮受金	0	0	0
当期収入合計	386,223	1,001,000	614,777
前期繰越金	1,101,209	1,067,948	-33,261
収入合計	1,487,432	2,068,948	581,516

平成20年度財務計画(支出)

平成20年4月1日～平成21年3月31日

一般会計・支出の部(総括表)　(単位:円)

科　目	H19支出額	H20予算額	比　較
研究発表会	32,869	303,250	270,381
一般会計	386,615	500,000	113,385
印刷費(学会誌)	337,050	420,000	82,950
会議費等	0	0	0
旅費	0	0	0
通信費	39,700	60,000	20,300
事務費	7,420	10,000	2,580
雑　費	2,445	10,000	7,555
当期支出合計	419,484	803,250	383,766
次期繰越金	1,067,948	1,265,698	197,750
支出合計	1,487,432	2,068,948	581,516

平成20年度財務計画(特別会計)

・研究発表会　平成20年5月31日

・フィールド・ツアー　平成20年6月1日

収入の部　(単位:円)

科　目	H19収入額	H20予算額	比　較
第8回研究発表会参加費	129,000	105,000	-24,000
昼食代	0	0	0
寄付金	0	0	0
雑収入	0	2,000	2,000
一般会計から繰り入れ	32,869	303,250	270,381
収入合計	161,869	410,250	248,381

支出の部　(単位:円)

科　目	H19支出額	H20予算額	比　較
第8回研究発表会	99,279	220,750	121,471
概要集印刷費	68,250	120,000	51,750
横断幕・文具費等	0	30,000	30,000
事務費(資料印刷等)	10,579	20,750	10,171
会場バイト代	20,250	40,000	19,750
昼食代	0	0	0
雑費	200	10,000	9,800
環境教育費	62,590	169,500	106,910
バスの借り上げ	60,000	115,000	55,000
高校生交通費	0	40,500	40,500
お茶等飲み物	1,590	10,000	8,410
傷害保険	1,000	4,000	3,000
その他	0	20,000	20,000
支出合計	161,869	410,250	248,381

会員状況

平成20年5月30日現在

- 正会員　102 名
- 学生会員　4 名
- 賛助会員　4 団体

(財)リバーフロント整備センター
株式会社四国電力中村支店
中村商工会議所
林野庁四国森林管理局四万十川森林環境保全ふれあいセンター

H20年度 役員 改正

- 宇多高明 (財)土木技術研究センター審議役
  副会長職を退任、退会
- 邑岡和昭(高知県環境研究センター総合環境科長)
  監事職を退任
- 陶山正憲(静岡大学名誉教授)
  H19年死亡につき自動除籍<御冥福申し上げます>

四万十・流域圏学会役員リスト（平成20年5月）

会長			
今井 嘉彦	高知大学名誉教授	環境化学	県内
副会長			
福留 脩文	西日本科学技術研究所・所長	河川工学	県内
宅間 一之	高知県歴史民俗資料館館長	民俗学	県内
監事			
北條 正司	高知大学理学部教授	環境化学	県内
大原 泰輔	大原計画事務所・所長 <新任候補>	地域計画学	県内

四万十・流域圏学会役員リスト（平成20年5月）

理事

池田 誠	東洋大学国際地域学部教授	社会システム	県外
石川 妙子	水生生物研究家	生物学	県内
江渕 倫將	安芸市立清水ヶ丘中学校・校長	教育学	県内
大年 邦雄	高知大学農学部教授	防災工学	県内
坂本正夫	こうちミュージアムネットワーク会長	民俗学	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
瀬戸口 忠臣	JFEエンジニアリング(株)顧問	土木工学	県外
西内 煤夫	NPO四万十川流域住民ネットワーク・代表	流域圏学	県内
橋尾 直和	高知女子大学文化学部教授	言語学・方言学	県内
福田 普乙	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 聡	東京大学・秋田県立大学名誉教授	応用生命科学	県外
宮崎 利博	高知県理事(東京事務所担当)	河川・防災工学	県外
村上 雅博	高知工科大学フロンティア工学教室教授	水資源・環境工学	県内
山崎 慎一	高知工業高等専門学校建設システム工学科助准教授	衛生工学	県内

H20年度委員会構成

総務委員会	委員長 村上 雅博
	委員:各委員長＋代表幹事
財務委員会	委員長 福永 秦久
表彰委員会	委員長 松田 誠祐
編集・出版委員会	委員長 橋尾 直和
企画委員会	委員長 石川 妙子
四万十活性化委員会	委員長　瀬戸口 忠臣

代表幹事

- ●各委員長<代表幹事を兼務>
- ●代表幹事・理事代表(西内煤夫、福元康文、山崎慎一)
- ●高知県文化環境部 環境共生課(四万十川・清流担当)

○総務委員会・特任:理事会担当補佐(高知県文化環境部)

平成20年度事業計画

(平成20年4月1日～平成21年3月31日)

- ● 平成20年5月31日
  第8回四万十・流域圏学会総会・研究発表会の開催
- ● 平成20年 6月1日
- 四万十・流域圏学会(第8回) ユースセッション フィールド・ツアー
- ●物部川および藩流域の自然林の自然観察会(社)高知県森と緑の会より助成)
- 対象:小・中・高校生(保護者および大会参加者も可)
- ●「四万十活性化委員会」と四万十かいどうプロジェクトの推進
- ● 流域圏交流プログラムの展開⇒流域圏学会に向けて
- ● 他、セミナー・ワークショップ・講演会の協賛

- ● *四万十・流域圏学会誌の発行 (編集・出版委員会報告による)*

平成20年度総務委員会計画
（平成20年4月1日～平成21年3月31日）

- 平成20年度事業計画の執行管理
  ＜H.20～四万十活性化委員会を含む＞
- 流域圏交流⇒流域圏学会の設立に向けての準備活動
- その他、総合事務局としての役割

担当:
- 総務委員長: 村上雅博・理事、(兼代表幹事)
- 総務委員会・委員: 代表幹事、理事、他(外部有識者)
- 特任;理事会担当補佐
  (高知県 文化環境部環境共生課 四万十川・清流担当)

平成20年度編集・出版委員会計画
（平成20年4月1日～平成21年3月31日）

- 投稿規程と投稿要領(フォーマット)の改定
  ＜新たに文系フ型フォーマットを配慮＞
- 学会誌新発刊スケジュール(6月、12月の2回体制)
  (第7巻2号をH20年6月に発行予定)
  (第8巻1号をH20年12月に発行予定)

担当:
- 編集・出版委員長: 橋尾直和・理事、(兼代表幹事)
- 編集・出版委員会・委員: 理事、会員、他(外部有識者)

平成20年度表彰委員会委員会計画
（平成20年4月1日～平成21年3月31日）

- 努力賞(小・中・高等学校)の執行 ⇒(感謝状)
- 功労賞と奨励賞の執行
- 名誉会員の設立準備＜H21年総会にむけて起案＞

担当:
- 表彰委員長: 松田誠祐・理事 (代表幹事を兼任)
- 表彰委員: 代表幹事＋理事(小・中・高校代表)

平成20年度企画委員会計画
（平成20年4月1日～平成21年3月31日）

- ユースセッションと大学(学生)との環境教育・連携プログラム
- 森・川・海を連携するユースセッションの活動強化
  (特に、海について:H21年度研究発表会のテーマ)

担当:
- 企画委員長: 石川妙子・理事 (兼代表幹事)
- 企画委員会・委員: 代表幹事、＋理事(小・中・高校代表)

平成20年度四万十活性化委員会計画
（平成20年4月1日～平成21年3月31日）

- 四万十かいどうプロジェクトの推進
- 森・川・海を連携する流域圏活動の強化
  (特に、海について:H21年度研究発表会のテーマ)

担当:
- 四万十活性化委員長: 瀬戸口 忠臣・理事 (兼代表幹事)
- 四万十活性化委員会・委員: 代表幹事＋(外部有識者)

平成21年度第9回総会・研究発表会の日程
平成21年5月30-31日(土,日)

- 平成21年5月29日(金)
  理事会(高知県文化環境部 環境共生課 四万十川・清流担当)
- 平成21年5月30日(土)
  第9回総会・研究発表会
  (国立高知高等専門学校、大会実行委員長：山崎慎一)
- 企画セッション："海と流域圏"
- 平成21年5月31日(日)
  第8回ユースセッション・ツアー
  物部川と海(土佐湾)

［四万十・流域圏学会誌　第７巻　第２号　47-50　2008］

＜報　告＞

生まれ変わる四万十活性化小委員会　～今後の活動方針～

瀬戸口　忠臣*

１．はじめに

四万十活性化小委員会は平成１７年１１月、四万十・流域圏学会の総務委員会の下部組織として産声を上げた。爾来、学会の立場から日本風景街道事業の幡多版「四万十かいどう」を支援してきた。また、当流域圏学会が毎年主催する研究発表会の中に、企画セッション「四万十かいどう」という新たなプログラムを組み込んでいただき、議論をコーディネートしてきたところである。

さて、この度の総会において、我々小委員会の、足掛け４年間にわたる活動が会員の皆様に評価され、小委員会から正規の委員会に格上げされるところとなった。大変名誉なことである。これを機会に今後の委員会の活動方針について改めて検討してみた。

２．四万十活性化小委員会のこれまでの歩み

2.1 小委員会立上げの動機

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

まず郷土愛についてであるが、幡多がこの度、国土交通省の新規施策「日本風景街道事業」のモデル地区に選定されたことから、現地では早速、「四万十かいどう推進協議会」（会長　村上雅博高知工科大学教授）が組織され、新たな道づくりに取り組むこととなった。「かいどう」には、街道、海道、回り道、快適な道路など様々な意味が込められている。我々国土交通省のＯＢ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）を生かしてこの新しい道づくりに参加し、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。

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。さらには、「公共事業は無駄だ、公害の元凶だ」としてまるで悪者扱いにされる始末である。しかし、社会資本整備がまだまだ立ち遅れている幡多、高知においては、この様な議論は決して当て嵌らない。この誤った批判を払拭するには、我々ＯＢはどうすればいいのか？　何か有効な手立てがないものだろうか？　こう考えたことが２つ目の動機である。

最後にＯＢの再度の第一線復帰について。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（国土交通省の前身）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いて、社会的にも大きな損失である。健康で、志の高いＯＢが、それぞれの地域において社会に貢献する方途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。

2.2 活動の経緯

平成１７年度は冒頭で述べたとおり、国土交通省のＯＢらと語らい四万十活性化小委員会を立ち上げた。当面は、「四万十かいどう」を舞台に我々の熱い思いを五箇年計画で実践することとした。平成１８年度は、日本風景街道の理念を「文化を育む道づくり」として循環の輪に置き換えたところである。ハードとソフトは一連のものであることを証明した積りである。平成１９年度は、「四万十かいどう」以外の、「花・人・土佐であい博」や「特別文化地区指定」など高知県下で進行する事業について、その進捗状況を学び、我々会員相互の間で情報の共有化を図ったところである。平成２０年度は、ハードとソフトをつなぐ紐帯（ちゅうたい）としては「四万十川条例」であることを探り当て、その精神を学ぶこととしている。

３．時代とともに進化する国土行政

以上の小委員会の活動は、委員長の私が国土交通省のＯＢであることから必然的に、国土行政の動きと軌を一にするものであった。ここで翻って、国土行政は今後どのように展開していきそうか、今後の方向について考えてみたい。

3.1 地域と二人三脚の国土行政

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、上述の「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るものである。

さらに、国土交通省の各地方整備局は、管内の地方大学と更に連携、協力を深めるべく包括的な覚書を取り交わし、「安

＊ＪＦＥエンジニアリング(株)　〒100-0005　東京都千代田区丸の内 1-1-2

全、安心」「歴史、文化」「自然、環境」「経済の活性化」「技術開発」などの各分野で、人事交流、研究協力、委員会活動などを進めることとなった。

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、企業、大学との二人三脚へと大きく踏み出すこととなったのである。

3.2 戦後体制の総決算

２１世紀の初頭に至って、驚愕（きょうがく）すべき二つの事件が明るみに出た。一つは談合事件、もう一つは道路予算の無駄遣いである。この二つの事件の徹底究明は、戦後の高度経済成長期の社会の仕組みを清算し、産官学の健全な関係構築あるいは新たな地方分権型社会への移行に弾みをつけ、「地域と二人三脚の国土行政」をさらに後押しするものと考えられる。

（イ）談合事件

談合事件が摘発されるにつれ、企業の間ではコンプライアンス（法令の遵守）はもとより、企業の社会的責任（ＣＳＲ、Corporate Social Responsibility の略）が声高に叫ばれるようになった。企業は法令、法規を守りながら、その使命である「事業収益の増大」を図ると同時に、社是として「企業の社会的責任」を掲げるところが多くなった。雪印や船場吉兆の例を持ち出すまでもなく、企業は地域社会に受け入れられてこそ、その存続が認められることに気が付き出したからである。企業は従来にも増して地域社会の動向に注目し、地域社会に貢献しようとするマインドが芽生え始めたところである。今後は、官と産との関係が一新されるとともに、地域のレベルに応じて企業の社会的進出が見られることだろう。

（ロ）道路予算の無駄遣い

道路特定財源の一般財源化を巡る議論の中で、マッサージチェアとかミュージカルとか帰宅の際のビール付きタクシーとか、税金の無駄遣いがマスコミに大きく取り上げられ、道路行政のあり方が社会の批判に晒された。国土交通省はこの反省から、イベントまがいの行き過ぎた地域活動や業団体の会合への出席を差し控え、また公益法人や学術団体との持たれ合いを是正するなど、時代にマッチした産官学民の健全な秩序の構築に乗り出したところである。

４．地域おこしの大本は人づくり

4.1 天の時、地の利、人の和

以上概観したとおり、時代は間違いなく、新たな産官学民の関係構築、地方への権限委譲、道州制への移行などに向かって奔流のごとく突き進むものと思われる。２１世紀初頭には建設省、運輸省が大同合併して巨大官庁「国土交通省」が誕生し、「地域と二人三脚で歩む国土行政」の幕が切って落とされたところである。

僻遠の地である幡多、高知にとっては正に、天の時を得た感じである。ただ、道路特定財源の一般財源化、あるいは公共事業抑制の大合唱の下で、悲願の「四国八の字ハイウェイ」は今後とも、足踏み状態が続くことになりかねない。日本最後の清流、四国のチベットなどと雄大な自然、豊かな風土を売り物にして全国にアッピールしても、ネットワークが完成されず、思うように観光交流が活発化しなければ幡多、高知の経済の活性化は覚束ない。幡多、高知は依然として周回遅れのトップランナーに甘んじ、地の利を生かすことなく出遅れてしまうことになる。

地の利を生かすことが出来ないのならどうすべきか？答えは一つ、人の和を立ち上げることである。古い格言に「天の時は地の利に如かず、地の利は人の和に如かず」という。地域おこしの大本は、「いかに優秀な人材を育てるか」「いかに人と人のネットワークを築き上げるか」に掛かっていると言えよう。

4.2 当学会設立の精神に立ち返る

流域圏学会誌のプレビュー号の巻頭言で、宇多高明氏は「流域圏学会に寄せる思い」と題して、人材育成のあり方を熱く説いていらっしゃる。先ず、「高度経済成長期において、現実の空間、学問体系それぞれが細切れに縦割りにされ、人は専門分野の中だけで物事を考える癖がついてしまった。その結果、地域全体を俯瞰する視点に欠けるとともに、異分野間での相互理解が出来なくなってきている」と現状を分析されている。確かに、細切れの、限定的な狭い世界では正解であっても、全体を通して観てみるとそれが意外と、しっくりしない解であったりすることはよく経験するところである。

彼は続けて、「この忌々しき事態を救うには、地域全体のことに関心がある人々を教育し、全体の知識レベルを向上させる場が必要である。当流域圏学会こそがその教育の場を担い、全体を俯瞰し、概括できる人材の育成を計るべきである」と述べておられる。

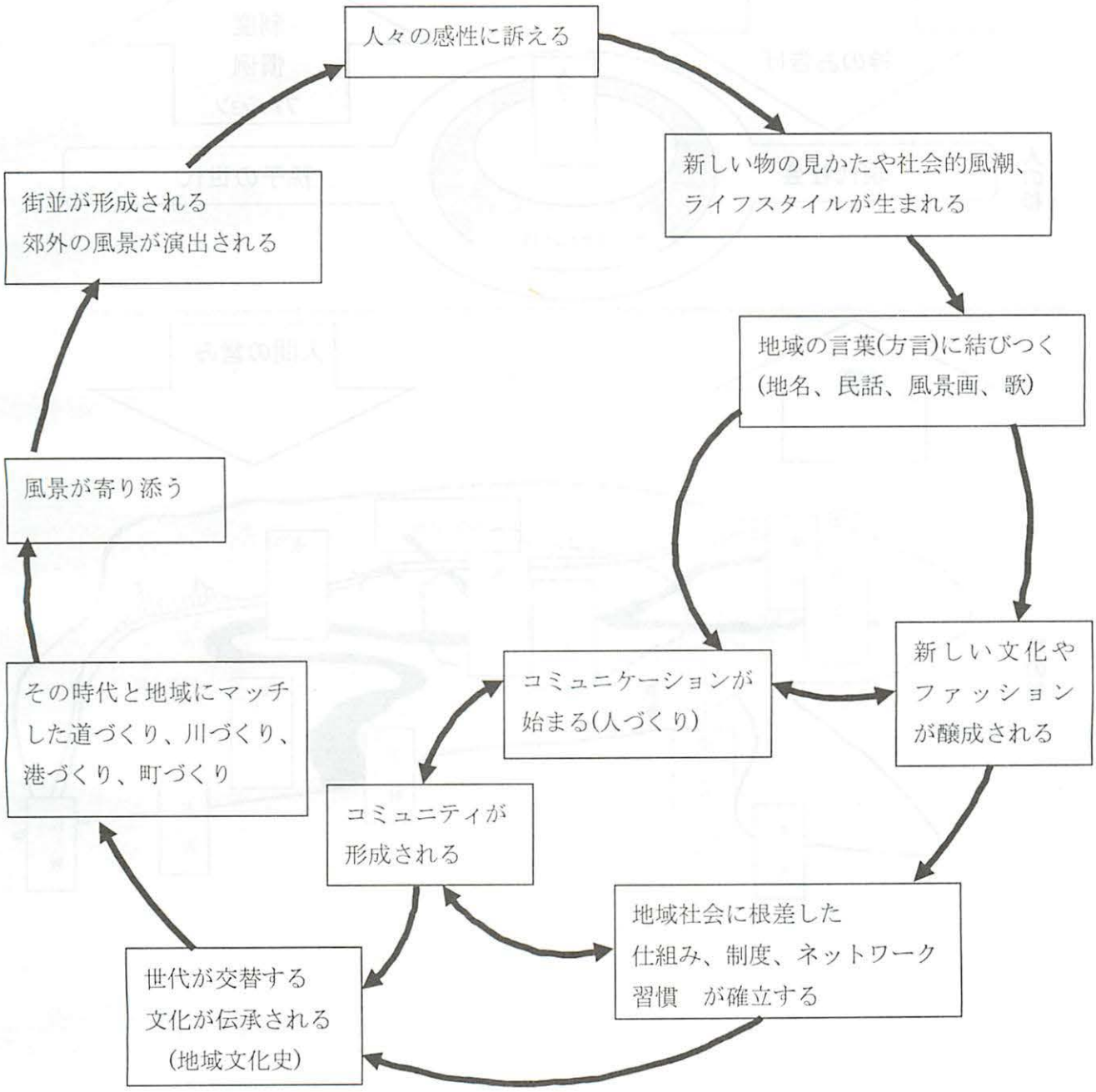
我が小委員会のこれまでを振り返ってみると、森羅万象を仮に天、地、人と３つに区分した場合、天と地の部分に注力し、人に対する配慮が欠けていたのではないか、と思う。地域おこしの大本が人づくりであるなら、我々はもっと人に着目し、宇多氏の卓抜した意見に沿った人材育成に邁進すべきである。宇多氏の意見こそが２１世紀型の人材育成の要諦ではなかろうかと思う。我々四万十活性化委員会は、当学会設立の精神に立ち返って今後、後進の育成に励むべきだと決意を新たにしたところである。

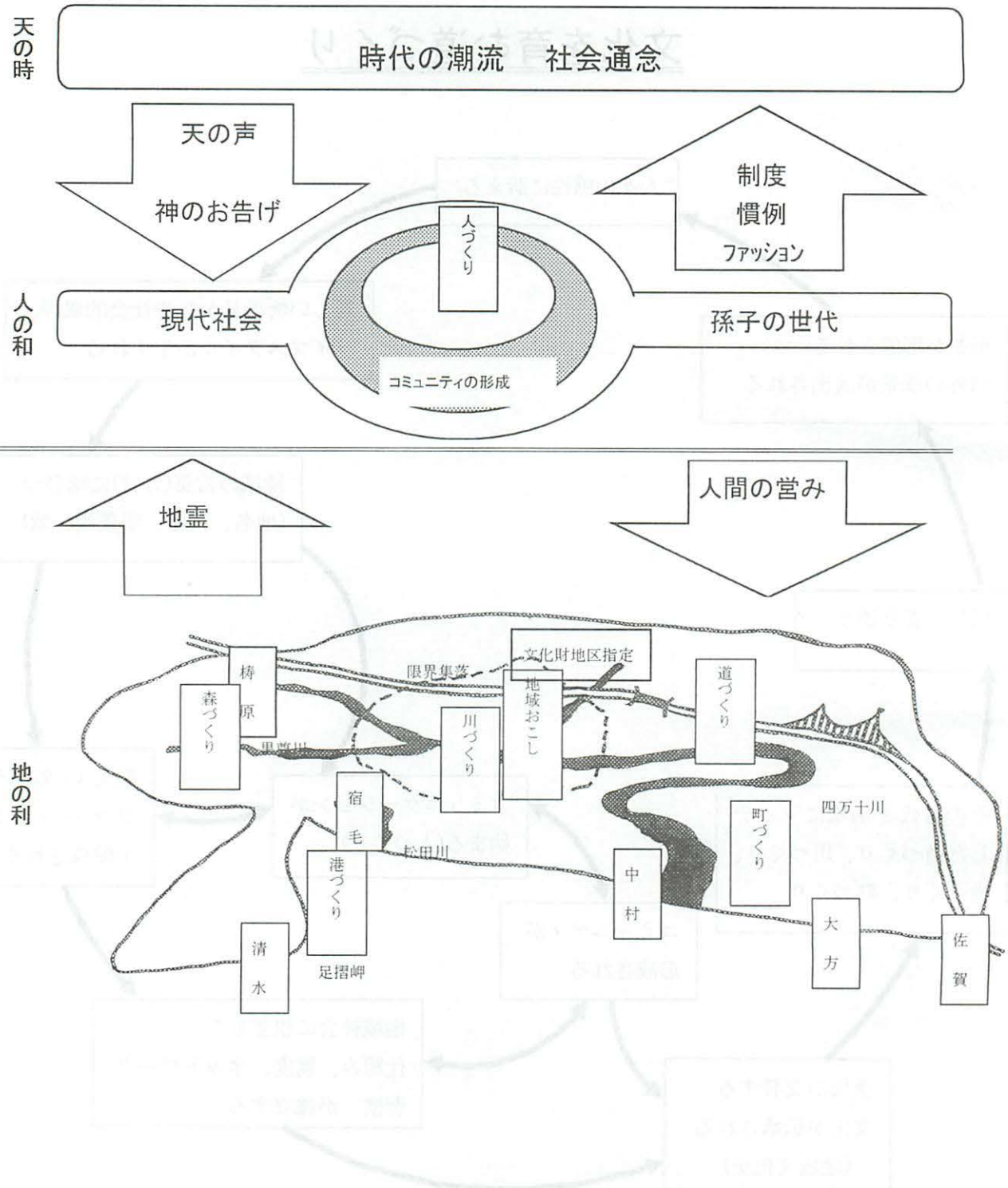
５．おわりに

四万十・流域圏学会のサステナビリィティを希求するなら、その基礎にある人づくり、後進の指導教育、人と人とのネットワークづくりに今以上に傾注することが必要である。国土交通省のある大先輩が過って、「海外ではドクターよりプロフェッサーの方が社会的な評価は高い。後進の教育育成こそが最も崇高なボランティア活動だ」とアドバイスしてくれたことを思い出す。

我々四万十活性化委員会は今後、最も崇高なボランティア活動に血道を上げる覚悟であるが、物事が複雑に絡み合い、カオスの状態にある現代社会にあって果たして、どれだけ実効が上がるものか、甚だ心もとない限りである。当流域圏学会の役員、会員の皆様には、倍旧のご指導、ご支援、ご鞭撻を切にお願いする次第である。

文化を育む道づくり


人々の感性に訴える
新しい物の見かたや社会的風潮、
ライフスタイルが生まれる
地域の言葉(方言)に結びつく
(地名、民話、風景画、歌)
新しい文化や
ファッション
が醸成される
地域社会に根差した
仕組み、制度、ネットワーク
習慣　が確立する
世代が交替する
文化が伝承される
(地域文化史)
コミュニティが
形成される
コミュニケーションが
始まる(人づくり)
その時代と地域にマッチ
した道づくり、川づくり、
港づくり、町づくり
風景が寄り添う
街並が形成される
郊外の風景が演出される


天の時
時代の潮流　社会通念
天の声
神のお告げ
制度
慣例
ファッション
人づくり
人の和
現代社会
孫子の世代
コミュニティの形成
地霊
人間の営み
地の利
椿原
森づくり
限界集落
文化財地区指定
地域おこし
川づくり
道づくり
宿毛
松田川
港づくり
町づくり
四万十川
中村
清水
足摺岬
大方
佐賀

お知らせ

四万十・流域圏学会 投稿規程（原稿書式フォーマット）変更について

四万十・流域圏学会・編集・出版委員会

第１巻第１号から第７巻第２号に至るまで，原稿書式フォーマットは，２段組横書きスタイルで投稿していただきましたが，第８巻第１号からは，１段組横書きスタイルに変更いたしますので，学会員の皆さまには，是非ともご協力いただきたいと存じます。

変更理由は，自然科学系の学会員の皆さまには，大変馴染みのあるスタイルではありますが，人文科学系の学会員の皆さまには，あまり馴染みのないスタイルとなっております。これまで，「２段組スタイルで論文を提出するには，抵抗がある」というご意見も何件か寄せられました。

さらには，２段組横書きスタイルですと，学会誌の編集に手間がかかり，かえって編集ミスを招く結果になります。スピーディーに学会誌の編集に取りかかるためにも，１段組スタイルに変更させていただくことを，ご理解いただきたく存じます。

なお，新執筆要項は，本誌の 60 頁−62 頁に記載しておりますが，このサンプルも自然科学系の論文を採用しております。人文科学系の論文で投稿される場合は，「英文タイトル・要旨がなくても投稿可」とさせていただきます。

今後とも，「四万十・流域圏学会誌」を充実させて参りたいと存じます。学会員の皆さまからのご投稿をお待ちしております。

以上の件，何卒ご理解の程，よろしくお願い申し上げます。

四万十・流域圏学会会則

附則：平成１９年５月２６日から施行

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、４月１日から翌年３月３１日までとする。

第５章　会則の変更及び解散

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

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

第６章　その他の事項

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

附則
1　この会則は、平成１３年２月８日から施行する。
2　本会の設立初年度の会計年度は、第２８条の規定にかかわらず設立の日より平成１４年４月３０日までとする。

附則
1　この会則は、平成１９年５月２６日から施行する
2　平成１９年度の会計年度は、第２８条の規定にかかわらず平成１９年５月１日から平成２０年３月３１日までとする。＜第４章第28条＞

四万十・流域圏学会役員体制

四万十・流域圏学会役員リスト

（平成20年度）

会長

今井嘉彦	高知大学名誉教授	環境化学	県内

副会長

宅間一之	高知県立歴史民俗資料館館長	民俗学	県内
福留脩文	西日本科学技術研究所所長	河川工学	県内

監事

北條正司	高知大学理学部教授	環境化学	県内
大原　泰輔	大原計画事務所・所長　＜新任候補＞	地域計画学	県内

理事

池田　誠	東洋大学国際地域学部教授	社会システム	県外
石川　妙子	水生生物研究家	生物学	県内
江渕　倫將	安芸市立清水ヶ丘中学校・校長	教育学	県内
大年　邦雄	高知大学農学部教授	防災工学	県内
坂本正夫	こうちミュージアムネットワーク会長	民俗学	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
瀬戸口 忠臣	JFEエンジニアリング（株）顧問	土木工学	県外
西内　燦夫	NPO四万十川流域住民ネットワーク・代表	流域圏学	県内
橋尾　直和	高知女子大学文化学部教授	言語学・方言学	県内
福田　善乙	高知短期大学教授	経済学	県内
福永　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	東京大学・秋田県立大学名誉教授	応用生命科学	県外
宮崎　利博	高知県理事（東京事務所担当）	河川・防災工学	県外
村上　雅博	高知工科大学フロンティア工学教室教授	水資源・環境工学	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准教授	衛生工学	県内

委 員 会

委員会

○総務委員会	委員長	村上 雅博
	委員:	各委員長＋代表幹事
○財務委員会	委員長	福永 秦久
○表彰委員会	委員長	松田 誠祐
○編集・出版委員会	委員長	橋尾 直和
○企画委員会	委員長	石川 妙子
○四万十活性化委員会	委員長	瀬戸口 忠臣

代表幹事

●各委員長＜代表幹事を兼務＞

●代表幹事・理事代表(西内燦夫、福元康文、山崎慎一)

●高知県文化環境部 環境共生課(四万十川・清流担当)
◎総務委員会・特任;理事会担当補佐(高知県文化環境部環境共生課)

四 万 十・流 域 圏 学 会
会 員 募 集 の 御 案 内

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

毎年、高知の味自慢の一つである初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、平成19年5月に第7回総会を終え、四万十・流域圏学会誌も第7巻1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:高知工科大学フロンティア工学教室 村上研究室
〒782-8502 高知県 香美市 土佐山田町 宮の口185
TEL:0887-57-2418, FAX:0887-57-24201, E-mail: murkami.masahiro@kochi-tech.ac.jp
理事会担当事務局:高知県文化環境部環境共生課 (河野)
TEL:088-823-9795, FAX:088-823-9283, E-mail: hiroko_kouno@ken4.pref.kochi.jp

P.S.

四万十・流域圏学会会則 抜粋

****

第2章 会員に関する事項

(会員)

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

(1)正会員 会費年額 5,000円を納める者。
(2)学生会員 大学学部学生・大学院学生・研究生で会費年額 2,500円を納める者。
(3)賛助会員 企業・団体で賛助会費(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。

****

会費の使われ方:

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

****

宛先：
〒782-8502　高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185
高知工科大学・フロンティア工学教室　四万十・流域圏学会　事務局（村上）
Tel:0887-57-2418, Fax:0887-57-2420　E-mail: murakami.masahiro@kochi-tech.ac.jp

入会申込書 ⇔（連絡先等変更届け）

氏名と変更部分のみをお書き下さい

四万十・流域圏学会・会長　様

平成　　年　　月　　日

氏名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

住所：

連絡先住所（　自宅　・　勤務先　）
〒＿＿＿＿＿＿

Tel:＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿Fax:＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
E-mail:＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

会員種別*	正会員　・　学生会員　・　賛助会員　・　準会員		
勤務先又は職業			
専門分野		生年月日	年　月　日

*会員種別については、該当するものを○で囲んで下さい。

備考覧

	受付承認：　平成　　年　　月　　日

見 本

[四万十・流域圏学会誌　第??巻　第？号　???－???　200?]

明朝体　8pt.

上辺マージン　23mm
右マージン　17mm

<論　文(原著)>

MSP ゴチック　11pt,

MSP ゴチック　16pt,

→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*

MSP ゴチック　11pt.

およそ 12mm

英文：タイムズボールド 11pt、行間隔：13pt

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

Masanori YOSHIDA* and Toshifumi MURAKAMI*

タイムズボールド　10pt.

* National Agricultural Research Center for Western Region, 2575 Ikanochou, Zentsuji City, Kagawa 765-0053, Japan

タイムズ　8pt.

およそ 12mm

和文：明朝体、英文：タイムズ　9pt. 行間隔：12pt

和文：MSP ゴチック、英文：タイムズボールド　9pt.

Abstract

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.

From above results, the hydrometry using the sensor is concluded to be worth utilizing for a long-term monitoring system to evaluate discharge and pollution load from small-scale river located on agricultural watershed in hilly and mountainous region.

10mm あけ

10mm あけ

タイムズボールド，9pt.

タイムズ，9pt.

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

2行あける

<< 本文活字体(見出し:MSP ゴチック、本文:明朝体): 9pt、行間隔: 13pt, >>

1. はじめに

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

MSP ゴチック 9pt.

2.1　観測地点の概要

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

* 近畿中国四国農業研究センター傾斜地基盤部　〒765-0053　香川県善通寺市生野町 2575

左マージン　17mm　下辺マージン　23mm

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

2.2　河道横断面形状の測量

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。

$$A_p = \sum_{i=1}^{n} d_i h_i \qquad (1)$$

2字下げる

$$V_p^m = \frac{1}{A_p} \sum_{i=1}^{n} V_p^i d_i h_i \qquad (2)$$

タイムズボールド，9pt.

Fig. 4 は，手計測法による10回の観測のうち最大の V_p^s を記録した2000年8月1日12:00の V_p^i，V_p^m，および V_s を，河床横断面形状，深さ方向平均流速点（×），センサー設置位置，センサー感知幅（模式的）などとともに示したものである。河床最深部（水平距離9m地点）のセンサー位置における V_s が，それに対応する V_p^i の値にほぼ一致していることがわかる。

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±1m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

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，その手計測とほぼ同時に観測されたセンサー法測定値（流水横断面積は推定値）との比較結果を示す。いずれの図も，センサー法の測定結果が手計測法のそれによく対応しており，センサー法による水位，流水横断面積，流速の測定結果が妥当なものであることを示している。特に **Fig. 6 (c)** において V_s が V_p^s に一致したことは，V_s 値が深さ方向平均流速として信頼できるものであることを裏付けている。しかし V_s 値が，センサー設置位置の両側1m地点の V_p^i 値とは明

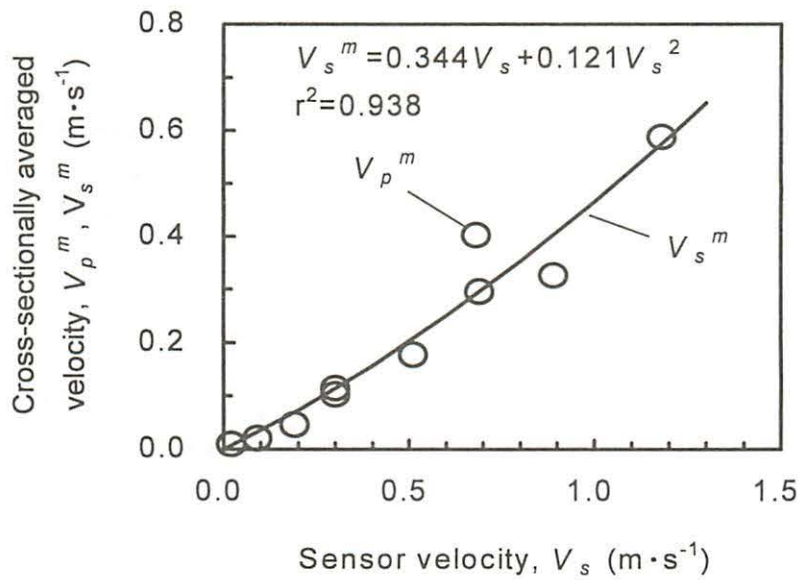


Fig.7 Relationship between sensor velocity and cross-sectionally averaged velocity derived from manual measurement (○), and regression curve of cross-sectionally averaged velocity as a function of the sensor velocity (—)

らかに方向平均流速を与えるに過ぎなかったことから，Q_sを V_sの関数として表わすためには，V_sと V_s^mの関係を明らかにしておく必要があると考えられた。そこでまず，手計測とほぼ同時に観測された V_sと，その手計測結果をもとに(2)式で求めた V_p^mの関係をプロットしたのが Fig. 7，○印である。その結果，両者のあいだには，ある一意の関係が存在することが推察された。そこで両者の関係を，V_sを独立変数とする二次の多項式で近似することにし，さらに，その式から計算される値を V_s^mと仮定すると，つぎのような経験式を導くことができる（r^2=0.938）。

$$V_s^m = 0.344 V_s + 0.121 V_s^2 \qquad (4)$$

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。今後は，本報で紹介したセンサー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

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）

MSP ゴチック 9pt.

引用文献

<< 引用文献活字体(和文:明朝体、英文:タイムズ):7,5pt、行間隔:12pt, >>

1) 黒田久雄（1997）非灌漑期農業地区からの NO_3-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）水田灌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，農土論集，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

四万十・流域圏学会誌：原稿の種類と審査分類

種別 （目次の順番）	頁数の上限	査読体制	原稿の集め方	内容	備考
巻頭言	2	無し	依頼	編集出版委員会から依頼する。内容は執筆者の自由とする。	2000 年, No.6 の実績から
原著論文	10	2名	自由	原著論文には、特色ある観測・実験・調査の結果やその一次的解析結果及び統計・数値実験結果などを主とする論文も含まれる。	現象の考察に関してのオリジナリティーを重視する。（現象追求型）
研究ノート	4	2名	自由	①新しい研究方法などの紹介、②予報的速報、③既知の知見を確認する短報など	
総説	10	2名	自由	水文・水資源学に関する特定の主題について最近の研究成果を広い視点から整理、位置づけし、その研究の流れの理解に資するもの	
記念寄稿	2	委員長	依頼	編集出版委員会の判断に基づいて、寄稿を依頼する文書。	同上
総会特別講演寄稿	10	委員長	依頼	同上	
特別寄稿	20	委員長	依頼	同上	2001 年、No.1 の実績から
解説	10	2名	自由/依頼	新しい研究・技術・工法・プロジェクトなど、会員にとって有用・有益となる情報を分かり易く提供するもの。	編集委員会が企画・依頼する場合もある。これについては内規あつかいとして、投稿要領には記載しない。
技術・調査報告	6	1名	自由	水文・水資源分野における技術や調査の報告で、実用性・有用性を重んじているもの。	
論説・評論	2	1名	自由	学会関連の全般的総括的問題で広く会員の参考となるものなど	
討議・コメント	2	1名	自由	原著論文に対する討議・コメント。	
記録・報告	適宜	委員長	自由	総会、研究発表会、表彰などの経過報告、およびシンポジウムなどへの参加報告。	
新刊紹介	1		自由	新刊図書の紹介と書籍の概要を述べる文書。	2000 年、No.6 の実績から
書評	1	委員長	自由	図書の第三者による推薦文書。	2001 年、No.1 の実績から
その他	適宜	委員長	依頼	編集出版委員会の依頼により特定の内容について、特定の著者に執筆を依頼する文書。	「Q&A コーナー」、「発想のたまご」、「若手のページ」などがこれに該当する。 目次上は、個別の名前を太字で記載する。
会告	適宜	委員長	自由	学会から会員への告知事項。	
お知らせ	1	委員長	自由	学会以外から会員への告知事項。	
各委員会報告	適宜	委員長	依頼	委員会、研究グループなどの活動紹介など。	
賛助会員名簿	1	委員長	依頼		
編集後記	0.6	委員長	依頼	会員へ編集の状況を知っていただくため、また、後任の編集担当者の参考とするために、編集上で試みた工夫や感じた問題点を述べる。	2001 年、No.2 の実績から

編 集 後 記

第 7 巻第 2 号が，遅ればせながらやっと完成しました。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，編集作業が思った以上に長引きまして刊行が遅くなってしまい，大変ご迷惑をおかけしました。本当に申し訳ございませんでした。

今号の内容は，高知県森林総合センター・情報交流館において，今年 5 月に開催された，本学会第8回学術発表会で招待講演を行っていただいた，本田達彦氏の「地球環境時代の森林の保全・再生」の講演要旨にはじまり，溝渕博彦氏の「四万十川流域の文化的景観選定」，斎藤由貴氏の「森林館環境教育」に関する特別寄稿を掲載しました。

研究ノートとして，林紀男氏・稲森隆平氏・蛯江美孝氏による高知県の「中山間地における水生昆虫の種の多様性」に関する論，原著論文として，松本充郎氏の「地下水法序説」，辻和毅氏の「国境にまたがる帯水層」に関する論文を掲載しました。いずれも，地下水問題を考えさせられる論考でした。

また，「四万十活性化小委員会」が「四万十活性化委員会」として再編成されることを瀬戸口忠臣氏から報告があり，さらに編集委員長の橋尾からは，第 8 巻第1号より原稿書式フォーマットの横書き一段組への変更のお知らせをいたしました。

今後も，学会誌の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ので，何卒よろしくお願いいたします。

（橋尾直和）

四万十・流域圏学会　賛助会員

平成 20 年 5 月 31 日現在（４団体）

●(財)リバーフロント整備センター
●林野庁四国森林管理局四万十川森林環境保全ふれあいセンター
●株式会社四国電力中村支店
●中村商工会議所

四万十・流域圏学会会則 抜粋　第２章　会員に関する事項　（会員）
第５条　本会の会員は四万十・流域圏学に関心を持ち、本会の趣旨に賛同するものとし、正会員、学生会員、団体会員及び準会員をもって構成する。その他の会員については、理事会で決定する。

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

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

ほたる・カワニナ観察会：　奈路小学校(2007. 5. 27)
第７回四万十・流域圏学会 ユースセッション・フィールドツアー

(財)リバーフロント整備センター
〒102-0082 東京都千代田区一番町 8　一番町 FS ビル 3F

林野庁四国森林管理局四万十川森林環境保全ふれあいセンター
〒786-0601 高知県四万十市西土佐村江川崎 2405

株式会社四国電力中村支店
〒787-8691 高知県四万十市中村大橋通 6 丁目 9-21　安光孝夫

中村商工会議所
〒787-0029 四万十市中村小姓町 46　中村商工会議所

We Love "SHIMANTO"

2008.5

■発　行　四万十・流域圏学会
Japan Society of Shimanto
Policy and Integrated River
Basin Management
URL:http://www.lab.kochi-tech.ac.jp/shimanto/

■事務局　高知工科大学 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