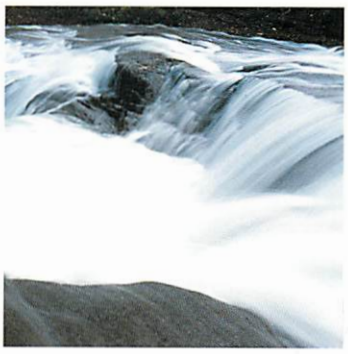
四万十・流域圏学会誌

第5巻　第2号

We Love "SHIMANTO"



特集：文化環境（焼畑・四万十かいどう）

2006
May

四万十川の清流を守ろう
SHIMANTO

四万十・流域圏学会誌　第5巻　第2号（2006年5月）

目　　次

特集：文化環境（焼畑・四万十かいどう）

巻頭言

地域の人びとの暮らしと文化環境に目を向けよう

橋尾直和（高知女子大学文化学部）……1

特集：文化環境（焼畑・四万十かいどう）

解説

●焼畑と流域圏の暮らし

焼畑農業の継承は地域ぐるみでの遺伝子銀行の経営である

山口　聰（愛媛大学農学部・サークル「焼畑の会」顧問）……3

焼畑の取り組みと山村振興

加藤正彦（西日本科学技術研究所）……7

土佐の焼畑と暮らし

坂本正夫（前高知県立歴史民俗資料館館長）……11

焼畑の生活語・文化環境と地域おこし

橋尾直和（高知女子大学文化学部）……17

●四万十かいどう

四万十活性化小委員会が目指す「坂の上の雲」

瀬戸口忠臣（渡川会・JFE）……31

論文（原著）

水生植物を植栽した溜池の水質浄化に果たすユスリカ類の役割と効果

林紀男（千葉県立中央博物館環境科学研究科）・桑原享史（筑波大学大学院生命環境科学研究科）・
稲森悠平（独立行政法人国立環境研究所）・須藤隆一（埼玉県環境科学国際センター）……35

アジアモンスーン地域・沖積平野の地下水利用と保全政策の比較 －（その1）基本的な枠組み・関東平野の地下水と保全政策 －

辻和毅（不二グラウト工業株式会社）……43

Impact of Emergent Aquatic Vegetation on the Water Quality of Ishiduchi Reservoir in Kochi Prefecture, Japan

Abdoul Nasser IBRAHIM・Yasushi MABUCHI・Masahiro MURAKAMI（Kochi University of Technology）……51

解説論文

四万十川流域圏におけるコンテンツ管理システムの実証実験

有瀬和徳・梅山直樹・村上雅博・清水明宏（高知工科大学）……61

書評

「ここまでわかったアユの本」（高橋勇夫・東健作著、2006年2月）を読んで

松浦　秀俊（高知県水産試験場）……65

添付

四万十・流域圏学会会則…… 67
四万十・流域圏学会役員リスト…… 70
委員会…… 71
会員募集の 御案内 …… 72
入会申込書…… 73
「四万十・流域圏学会」投稿サンプル…… 74
編集後記…… 76

巻頭言

地域の人びとの暮らしと文化環境に目を向けよう

橋 尾 直 和*

今号の特集テーマは，「文化環境－焼畑と流域圏の暮らし－」と「四万十かいどう」である。共に地域の人びとの暮らしと「文化環境」との関わりを考え，地域おこしにつなげようとする取り組みである。

筆者は，本誌第３巻第２号で，「文化環境」とは，「文化」と「環境」とが分離されたものではなく，両者が融合したタームであることを説いた。英訳すれば，culture＆environment ではなく，cultural environment でなければならない。

この英訳のあり方には，実は，訳者側の発想ないしは姿勢が見て取れる。「文化」と「環境」を独立したものと捉えている限りにおいては，人びとの暮らしを的確に捉えたことにはならない。

文化環境（広義の）は，自然環境・社会環境・文化環境（狭義の）すべてを包括した概念である。ということは，流域圏の人びとの暮らしを考える場合，すべての環境をトータルで見ていかなければならないことになる。

第６回学術発表会の企画セッションは，まさに，この文化環境と人びとの暮らしの関わりを考え，どのように地域おこしに結びつけているかをテーマにして，取り組んだものであった。

かたや「文化環境－焼畑と流域圏の暮らし－」の場合，池川町ツボイという小さなエリアでの取り組みが出発点で，そこから地域おこし，人びととの交流，焼畑の活動を全国発信していくケースであり，かたや「四万十かいどう」の場合，高知県西南地域の大きなエリアでの「かいどう」の取り組みから，住民参加の輪を通じて全国発信し，人びとを観光でお迎えし，ボランティア活動などで地元住民との交流を図るケースである。

どちらも，流域圏の人びとの暮らしを見据え，「文化環境」との関わりの中で，地域の活性化につなげていくものである。そこには，すべての環境を「守り・育てる」姿勢があり，次世代につなげていこうとする「人づくり」のパワーが感じられる。

「環境づくり」とは，この「人づくり」ではないであろうか。環境を「守り・育てる」のは，機械ではない。そこに息づく人びと，そこに集う人びと，そこと交わる人びとを「つくる・育む」ことこそ，真の環境保全ではないだろうか。

筆者は，かつて「カンカンミンガクの発想」を提唱したことがある。

最初のカンは，博物館・民俗資料館の「館」，これはフィールドミュージアムも含む。次のカンは，行政の「官」，いわゆる官民一体の「官」である。ミンは，地元住民・県民・市民の「民」。ガクは，産官学の学が大学に偏っているのに対して，「小学校・中学校・高等学校」そして「大学」のすべてを含んだ「学」のこと。これらがうまく連携を組めば，地域活性化につながること間違いなし，と説いた。ここに，「産」が加われば，さらに良しである。まずは，カンカンミンガクの連携である。

今回の学術発表会は，まさに筆者が夢に描いていた「小・中・高・大」の連携につながる発表となった。これが，流域圏の活性化への起爆剤になれば，と願うばかりである。

さらに，焼畑復活の取り組みも，山形県にも同じく焼畑復活の動きがあり，東北芸術工科大学の関係者とも意見交換を行う機会に恵まれ，全国の焼畑農業経験者とのネットワークづくりが可能になった。「焼畑サミット」が開催される日も近いであろう。

皆さん，地域の人びとの暮らしにもっと目を向けて，「文化環境」という環境との関わりについて，グローバルな視点を持ち，真の「環境問題」に取り組む「環境づくり」「人づくり」を目指して頑張ろうではありませんか!!

〒780-8515 高知市永国寺町５-15　高知女子大学 文化学部

《特　集》

文化環境

●焼畑と流域圏の暮らし

●四万十かいどう

［四万十・流域圏学会誌　第５巻 第２号　3－6　2006］

＜解　説＞

焼畑農業の継承は地域ぐるみでの遺伝子銀行の経営である

山　口　　聰*

焼畑の農耕文化論

日本の農業の歴史は，焼畑から始まったと考えても構わないであろう。稲作文化が渡来する以前に日本人の食料生産は，狩猟採集生活に始まり，次いで焼畑での粗放な農業生産が支えていた。自然の恵みを享受しながら，質素に暮らしてきたのである。余剰生産物の少ない暮らしは，富や地位を巡る争いも少なく助け合いながら集団が維持されていたのであるが，次第に，支配、被支配の関係，富むもの，富まざるものが分化して行った。山間部の焼畑農耕では，平地ほどの大型の都市形成は行われる余裕はなく，互助の生活が必然的に維持されている。焼畑には現代人のギスギスした世の中が忘れかけている，思いやり、助け合い，そして，足るを知る生活が息づいている。

我が国の農業文化の源泉に焼畑農耕が潜んでいることは，多くの学者が認めている。特徴的なことは，日本の焼畑には二つの系統が潜んでいて，日本人の基層文化にみられる東西問題とも対応していることである。アジア全体に焼畑農耕を広げて考えてみた場合，稲作文明の起源とも密説に関係していることも重要な問題点である。例えば，稲に特有の病原菌として稲熱病がある。イネイモチ病である。イモチ菌は，いろいろな植物，作物に取り付く重要病害であるが，植物特異性があり寄生する植物はそれぞれ特有のもので，他の植物には寄生しないように特殊化している。イネイモチ病菌は，イネ特有に進化したイモチ病菌の中では，最も特殊化した菌である。

この系統関係をDNAなどの最新の技術で解析したところ，最も近縁のイモチ病菌は，シコクビエにつくシコクビエイモチ病菌であった。シコクビエイモチ病菌が，イネにつくイネイモチ病菌に進化したのである。このようなことが起きるのは，両者が近接して栽培されている地域である。中尾佐助の説によると，それは，ネパールなどの東ヒマラヤ地域である。そこでは，焼畑と水田との中間的な天水田での，イネ栽培，シコクビエ栽培が行われている。天水田とは，雨期には水がたまり沼のようになり，乾期には陸化する，そのような窪地を利用した農地である。生育初期には，水があり水田状態となっている。この状態だと，作物以外の雑草は生育しにくい。初期生育での最大の問題，雑草との競合が回避される，優れた農地利用である。最も驚かされることは，この地域でだけ，移植栽培，いわゆる「田植え」が行われているのである。つまり，田植えを基本とする水田的な栽培文化の中で，シコクビエと共に栽培されていたイネに，イモチ病の一部が乗り換えて，イネイモチ病に変化し，イネの伝来に伴って日本にまで伝えられてきたのである。この天水田でのイネ栽培は，揚子江下流のデルタ地帯で大発展し，稲作文明を形成し，日本の弥生文化の礎を形成したのである。この地域で生まれた温帯ヤポニカが，天水栽培の焼畑水田に伝えられ，あるいは平野部での大規模な水稲栽培の基盤として伝えられたのが，日本の稲作文化の基本なのである。温帯ヤポニカに代表される南からの農耕文化は，西日本型の焼畑とも並行的に渡来しているものと思われる。西日本型の焼畑では，基本となる作物は南方系の根栽農耕を特徴づけているサトイモ類である。これに，アワとかソバが組み合わさるのが普通で，一方の東日本では，ヒエを主体にして，そこにソバとカブとが組合わさる。

古くからの言い伝えに神の遺骸からの食物の転生の伝承がある。我が国では，オオゲツヒメ（ウケモチノカミ）の亡骸からアワ，ヒエ，マメ，ムギ，イネ，そして，カイコなどが生まれた言い伝えが古代からある。この神の系譜は，一説には，父親がカグツチノカミ，そして母親がハニヤスヒメとされている。カグツチノカミは炎，火之神であり，ハニヤスとは埴輪で気がつかれるように，土の神である。つまり，土と火とが組み合わさって農作物を生み出している構図である。火に土，畑という字に似てないだろうか。焼畑である。日本人の基層に焼畑での農耕文化が潜んでいることを暗示している説話である。焼畑は，日本人のルーツをおぼろげに示している貴重な歴史的遺産と考えられる。

焼畑を取り巻く問題点

焼畑は文字通り，火を扱う技術に裏付けられた生活文化である。焼畑での農業は，自給自足経済が基本であり，換金作物の栽培は本来のものではない。山間地域で完結する，循環性の高い有機農業とも定義できる。都会，下界とは隔絶された環境の中，人々がお互いに助け合いながら生活を営む中での，きわめて効率的な農業なのである。豊かな自然の回復力と，携わる人々の互助によって成り立つものであり，現在のような核家族化，過疎化が進んでしまうと，存続が危ぶまれる農業形態でもある。焼畑の基本である「火入れ」は，単独の家族では実行できない。集団で行わなくてはいけないので，共同体が成立していないと無理な作業である。その準備の「伐開」作業も，人数が必要である。焼畑とは「共同」，「相互扶助」のシステムが生き残っている場合に現実化する農業でもある。焼畑復活とは，地域の共同体精神の「再構築」なのである。また，農作物の栽培にしても，大変に粗放な栽培なので，手厚い管理を前提として成立している近代品種は，その能力を発揮できない。昔ながらの在来品種でないと，このような粗放栽培に適応できない。生産

〒790-0905 愛媛県松山市樽味３－５－７　愛媛大学農学部・サークル「焼畑の会」

性の点から，商業的生産には不向きな在来品種でないと，本来の焼畑農業は成立しないことが多い。

逆説的にいうと，焼畑農業は，昔ながらの品種のダイナミックな保存園である。貴重な農業技術，農業文化，在来品種の保存が同時に行われている，このような特性に注目すると，焼畑は，積極的に維持・継続して行かなくてはならない存在となる。日本の農業文化を保存する必要性が認識されることで，焼き畑を継続することの必要性も理解されるはずである。焼畑の維持は，山間地に生活する人々だけのものではなく，日本人全体が守り続けて行くべき，日本文化の基層の維持なのである。行政からの支援があって当然の存在であり，堂々と要求して行かなくてはならない。

焼畑の維持と山間地域の暮らしとの関係

焼畑の実行される地域は森林地帯でもあり，現在は林業との関連が強い。森と林と，そして焼畑である。林業の衰退に伴い，山間地の人口も減少，過疎化が進み，焼畑自体も行われなくなっている。山間地域の活性化の一環として，現代に生きる「焼畑農業」の有効性について考えてみたい。

焼畑による地域の活性化にとって大切なことは，これから始めようとする事業に対する「意義付け」である。理念の開示である。地域に生活する人たちの団結が必要であり，目標設定が重要である。焼畑文化は，日本民族の基盤を形成していることを強調しておきたい。日本民族のルーツを考えるとき，民話，神話などの伝承に隠された事実を読み解く手法があり，日本の農業形態の基本がその中のエピソードの一つ，神の遺体からの農作物の転成，死体化生に示されているということを積極的に示す必要がある。つまり，農作物を生み出した食べ物の神は，土の神と火の神との間に生まれた神であること，生み出された作物は，小豆，大豆，麦，粟，稗，それに，稲も含められていて，すべて焼畑で栽培され続けている作物であること，これが弥生以前から日本で行われていた農業の基本だということである。この焼畑の技術や文化を継承することは，山村地域の活性化もさることながら，学術的にも貢献できることなのである。焼畑は，日本人のルーツを思い起こさせる営みなのである。携わる人々の胸の中に，このような思いが少しは灯されてくれることを願っている。

誰でもが口を揃えて言うことではあろうが，焼畑の作物は，土壌がリフレッシュされること，初期生育が斉一となることなどが要因となって，大変に味が良いと評価されているが，科学的に検証された訳ではない。そもそも，味覚に関する科学的解析は，つい最近になっていろいろな計測機器が開発されて，やっと研究が緒に就いた状況である。焼畑では，一般的に，ソバ，アワ，ダイズ，アズキ，イネ（陸稲），ヒエ，ダイコン，カブ，サトイモ，ジャガイモ，サツマイモ，コンニャク，ゴボウ，トウモロコシ，ゴマ，エゴマ，ナタネ，トウガラシ，スイカなどの農作物と，ハッカ，コウゾ，ミツマタ，チャ，クワ，ウルシなどの工芸作物が栽培される。いずれも，粗放的な栽培でも，収穫が期待でき，搬送にあまり負担がかからず，加工もできる特徴を備えている。つまり，森林農業は，多様な資源を保有しており，大きな緑の工場として，様々な産物を供給する大きな緑の工場群，コンビナートとして私達の生活に貢献でき，焼畑は，「林間園芸」として活用すれば，新しい地域の暮らし方として定着することは可能なのである。そのときに，昔からその土地で育てられてきた在来品種が一番その土地の環境条件に適応している訳なので，品種選択にはそのことを忘れてはならない。必然的に，焼畑での地域活性化は，貴重な在来品種の遺伝資源を保存することにつながっている。作物の品種は長い歴史の過程を経て作り上げられた特別な存在のものであり，一度なくなると，そっくり同じものは二度と作り直せないものである。民族の遺産であり，文化財なのである。それが，生活の中で利用されながら維持されて行くシステムの構築に焼畑農業が大きく貢献できることになる。遺伝資源を保存しておくことは，未来の食料戦略の組み立てにとっても国家的に重要な活動である。

これからの中山間地の活性化にむけて

「林間園芸」で山村の活性化をはかる場合，森や林は皆を養ってくれる，森はすべてを与えてくれる，という照葉樹林文化の基盤を形成しているコンセプトを念頭に置くことである。本当に，森の中には何でもそろっているのである。

林業という農業は，元来は80年輪作，つまり，伐採－焼畑－植林－間伐－伐採を80年かけて，循環させる農業の独特な一体系なのである。この初期段階の焼畑－植林の間が，農作物栽培としての基礎を形成していたのであり，後半以降の大半が育林という林業なのである。この場合，農業は本来のものとは異なり，林業の循環の隙間にはめ込まれた感じがする。しかし，森林自体には，豊富な自然資源が育まれている場である。つまり，そこには，獣，魚，鳥，虫，木の実，種子，果実，薬草などが自然に生活しており，その中から地域の生活に必要な．薪，材木，蔓，草木灰，堆肥，染色材，炭，漆，木鑞などを採取し，茸，筍などの特用林産物も時としては，利用した山村の生活が営まれるのである。このような，資源に恵まれていることに加えて，様々な林産加工品，例えば，桶，篭，笊，臼など（最近の例：料理の添え物としての「木の葉」類）の生産もされる。

また，林間環境は穏やかな環境であるため，切り枝（花木）の栽培，ナンテン，センリョウ，マンリョウ，雪冠杉，錦木，モミ，雲龍杉，薬草の栽培，センブリなど，換金性の高い作物の栽培，まさに林間環境を利用した「園芸」農業が理想的に行えるのである。故里の温もりと思い出の食材・玩具なども，豊かな林間環境から生み出されていくのである。林間園芸こそ，林業と焼畑と，暮らしの基盤となる換金作物栽培とを調和させ，循環型の森林環境の維持につながる農家の暮らしを保証する「生業」なのである。この「生業」は，ゆっくりと，気長に続けて行くところが特徴であるので，高齢化社会にも適応できるのである。基本は，自給自足，地産地消，つまり，気なりに暮らして行けばいいのである。豊かな心で，健康に暮らせばいいのである。森林環境は，人工的には完全には模倣できない。森林にしか作ることのできない自然環境がある。私達はそのような環境が欲しければ，機械を開発するよりは，森林を正しく維持するこ

とが大切なのである。

既に，発想の転換の時期は来ている，変わらなくてはならないのだ

材木生産だけにこだわっていては，山間地，森林地域の経済は成り立たない。破綻しているのである。それよりも，現在及び将来は，森林環境の維持こそ重要となるだろう。つまり，森林の生産性は「材木」ではなく，社会的価値観の創造である。山間地，森林の環境には，都会や平野部では考えられない，さまざまな「生産性」がある。近代的な商業社会では，ただ単に「物」を売ることだけに捕われては「負け犬」になる。「森林の雰囲気」そのものが商品になる時代に，私達は入り込んでいることに気がつかなくてはならない。どれだけたくさんの人が，騒音と塵埃に満ちあふれた都会の生活に倦んでしまい，森とか林などの自然に憧れ，そのような場所で癒されていることであろう。このような状況に「商機」を感じれば，自ずと森林保護，穏やかな自己再生につながる焼畑を取り上げてみたくなるであろう。

そこで提案である。中山間地の繁栄のために，森林からの社会的生産物に眼を向けよう。森の空気は自由にする・・・を積極的にアピールしなくてはいけない時代が来ている。

私達は今こそ，林産物の定義をみずから拡大して，精神的な生産物，環境的な林産物，を資源としてとらえ，その供給，安全な提供を計画的に行おう。ある意味，森林は健康道場である。昔ながらの農作物は，思い出博物館である，農林品種の生きた博物館である。郷愁も社会的商品である。動態保存の農業博物館，見本園である。貴重な遺伝資源博物館、植物園，動物園である。森林こそ，生きた緑の環境再生工場である。未来の地球は，森と林を守る人々の肩にかかっている。森林育成者は，「地球救助隊員」である。

森林の周辺，内部は，穏やかな環境で，特別な植物にとっては，管理の必要の少ない「栽培施設」であり，園芸農業の現場である。妻物の「葉」の生産環境として，活用して大成功している地域もある。日陰の環境で，付加価値の高い商品となる「花木」もある。「山菜」もある。これらの生産で得られる収益の一部が，森林管理に当てられることで，森林は健全に育っていく。焼畑と結びついた森林の保護活動，これこそが未来の空気と水とを守るのである。

これからの林業と焼畑

これからの林業は，林業イコール材木，という考えに固執しない。「緑の効用」を維持し続けて，社会的な「商品」，社会的な「付加価値」を「生産」、「販売」するのを目的とすべきである。基本は，森林と言う「立地」を十分に活用して，そこそこ，豊かに「生活」していくことであり，多くの人々に安らぎを与えることである。焼畑でできた農作物を生活に取り込むことである。町の人々を焼畑の現場に呼び込むことである。

森林は，「水と空気と緑の供給者」（エコ・サプライヤー）として再生できるのである。唯物的なことばかりでなく，社会的，精神的な「効用」を積極的にアピールして，「財産」に転換することが大事であり，林業に携わる人々の意識改革が重要である。焼畑を継続する人と地域は，山奥であっても時代の最先端を歩んでいる。自信を持っていい。

私の理想とする「森の桃源郷」，つまり，焼畑文化村とは，町の人がきて，滞在できること（駐車スペース、休憩スペース，宿泊スペース・・・キャンプ，民宿，山荘）（リフレッシュ），そして周囲には，四季を感じることのできるような景観（香りのある草花，花木，いろいろな農作物）（アート），散歩できる林内の散策路，自然観察路，案内版（１～２時間コース，半日コース，１日コース，キャンプコースなど）（リクリエーション，リハビリ）。さらには，筏による川下りも条件が整えば可能である（アドベンチャー）。

山間地で今すぐできることは，簡単な農作業体験，農産物加工，木材加工，茶揉みなどの体験（クラフト，ワーキング），山村の食事，料理と飲み物，昔懐かしい食材の提供（エコクッキング），林業体験（草刈り，枝打ち，植林，伐採，搬出など）（フォレスター），林木オーナー制度などである。そこで生活してきた人の知恵を披露することである。

また，換金作物としての栽培（出荷する，ショップを開設する），各種の雑穀とその加工品，木材加工品，園芸活動としては，花木切り枝，山草類の生産，そして，特用林産物（椎茸，松茸，エノキ，シメジ，キクラゲなどのきのこ類，筍類，カヤの実，栗などいろいろ），次いで，特用林産物の加工品（トチもち，ドングリのコンニャク，コンニャク，茶，様々な瓶詰め，乾物，粉もの），特殊な例としては，ハーブを活用した線香，草木染めなど，多様な生産活動が，森林の中，周囲を舞台として可能である。森林さえあれば，焼畑は継続でき，大勢の人が心豊かに暮らせるのである。

森林を維持し，再生産を可能とするためには

森林は，維持しなくてはいけない。しかし，林木の販売だけでは生計が成り立たない。材木生産では，採算があわない。それなら，現在の森林を維持していくだけの生産性があればいい。だから，新林内の環境から生じる様々な二次的価値を積極的に活用して，森林の管理経費と少しの利潤を追求できれば，中山間地全体の活性化につながる。そのためにも，林間園芸を活用すべきである。森の空気は，皆を健康で平和な気持ちにする魔法の力を秘めている。どう活かしていくかは，私達の考え方次第である。そこそこに，それなりに，皆が協調して暮らしていく覚悟があれば，森や林と一緒にいつまでも，調和よく暮らしていけるはずである。森は，あらゆる生き甲斐を与えてくれる環境であり，皆で積極的に立ち入らなくてはならない。

今までの池川での焼畑プロジェクトに参加して思ったこと

昨年（2005年），私が顧問をしている愛媛大学農学部の学生サークル「焼畑の会」は，西日本科学技術研究所をはじめとする大勢の皆様の企画した，池川ツボイでの焼畑作業に参加しました。一番感動したのは，たくさん生えてきたカブとアブラナでした。30年近くほったらかしにされていたのに，火入れしたとたんに，一斉に生え

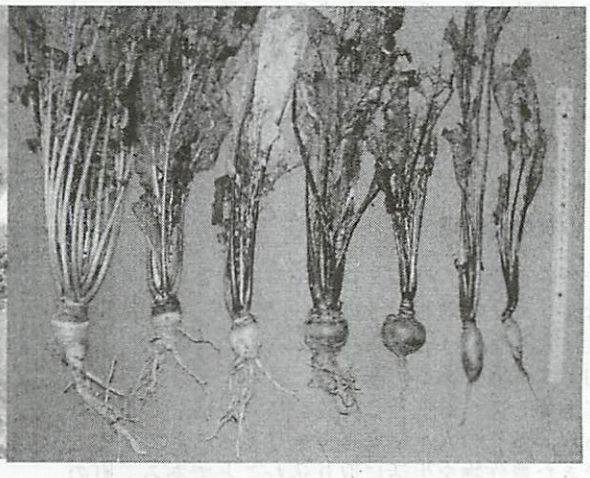
てきました。長い間，ひっそりと暮らしていたカブとアブラナです。この土地に適した作物であることは，証明されました。このような作物を取り上げて商品化することも大切なことです。この企画で証明されたことは，焼畑を実施することの意義が，参加した学生に十分に認識されていたこと，そのようなことが保証されていれば，若者だって昔風の「焼畑」の生活に順応できることです。大雪の時もあり，現場に作業に入ることさえできずにすごすごと立ち返ったこともありました。強い日差しの下で，黙々と雑木の伐採に取り組んだのも若者です。「今時の」若者ですが，やる気はあるのです。動機付けがスムースに行けば，大変な活力です。

作付けは，愛媛大学農学部の研究者が保存していた四国在来の雑穀を主体として行いました。自分達で播種した作物の収穫が秋に行われ，自分たちで石臼をまわして粉に引いたソバは，手打ちにしたところ，信州信濃の新ソバの味わいに勝ってしまったのです。みんなの奪い合いで，あっという間になくなってしまいました。焼畑の実力を改めて実感させられました。また，特に重点的に育てた在来のアワ「しもかつぎ」は，播種期が遅れ気味でしたが，特徴である長くて太い穂を実らせました。この，雄大で力強い穂は，ドライフラワーとして有効に商品化できることは，東京の花市場のプロの競り人に見立ててもらって判ったことでした。青いままで，生け花の花材として，完熟すればドライフラワーとして，この「しもかつぎ」アワは，十分に取引の対象になります。アワの良いところは，立毛状態で長く畑に置いておけること，脱粒性が無くなっているため，乾燥した後でも粒が落ちずにしっかりと穂についていること，にあります。世界一，晩生のアワ，シモカツギ，これを実際の農業の中で栽培し，系統を保存することは，農学的に大きな貢献です。他に，在来のダイズも大変においしい枝豆になりました。自分たちが苦労して種子を播き，生育を調査し，収穫，調理加工にも参加し，最後に自分たちで味わえる，こんなすてきな体験をした学生達は本当に喜んでいました。貴重な体験です。自分のした行動の結果をきちんと把握できること，こんなにうれしいことはないでしょう。教室での講義では到底理解できない，自然を活用した作物栽培を体験できたのです。

最後に特筆しておきたいことに，焼畑で出現したカブがあります。現場では特別に播種した訳ではないのに，無数のカブが生育していました。地元の方の話では，現場でカブを栽培していたのは，30年近く昔のことなのです。当時のカブの系統が現場に残されていて，細々と自生化していたものが，火を入れたとたんに優占したことになります。しかしながら，他にもナタネが栽培していたように言われました。よく見ると，それらしい個体も見つかります。交雑して中間的になったものも見つかります。しかし，いずれも30年前の栽培されていたカブやナタネの子孫なのです。焼畑の火入れが昔の焼畑の栽培作物を復活させたのです。

日本の焼畑文化にとって，カブは特別です。日本の焼畑は，東日本型，西日本型の二つのタイプに分けられ，東日本型に特に密着して栽培されている作物の代表がカブなのです。また，カブそのものにも，東洋型，西洋型の二つのグループがあり，本州中部で分布を異にしているのです。今回「復活」した赤カブは，果たしてどちらのタイプに分けられるのか興味が深まります。遺伝資源研究で最も興味深い研究テーマです。焼畑のような大昔から連綿と続いている農業体系の現場には，日本の農業起源を解き明かす大切な資料が保存されているのです。現在，池川で再生してきた赤カブの比較栽培をしています。どのような結果が出るのか楽しみです。

（原稿受付　2006年４月29日）
（原稿受理　2006年５月２日）



［四万十・流域圏学会誌　第５巻 第２号　7－9　2006］

＜解　説＞

焼畑の取り組みと山村振興

加　藤　正　彦*

１．はじめに

昭和11年の農林省山林局『焼畑及切替畑ニ関スル調査』によれば，四国の焼畑面積は35,939haあり，これは全国の焼畑面積の46.4%に相当していた。昭和25年の農林省『世界農業センサス1950』では，四国の焼畑面積は2,009haに減少したが，それでも全国比19.2%を占め，四国が有数の焼畑実践地であったことがわかる。しかし，その後，焼畑農家は減り続け，昭和末期までに焼畑農家は皆無になったといってよい。相馬正胤の論文『四国山岳地方における焼畑経営の地域構造』によれば，四国のなかでも標高400～1,000mで，傾斜度20～30°の起伏量のある山間部が主要な焼畑地域である吉野川，仁淀川，四万十川の上流域を連ねた地域がそれにあてはまる。相馬は，焼畑農家の経営面積から，吉野川上流の本川と仁淀川上流を焼畑の核心地域としている。

2005年，その焼畑の核心地域であった池川町（現，仁淀川町）と本川村（現，いの町）で，20～30年ぶりに焼畑が復活した。池川町の焼畑は「高知県森と緑の会」と「高知女子大学地域貢献事業費」による助成を受けたもので，本川村の焼畑は日本財団による「地域を元気にする郷土学」の助成を受けて実施された。活動主体は焼畑に関心のある民間人や地元住民，大学関係者であり，役場や県職員によるサポートを得ておこなわれた。活動の趣旨は，焼畑をきっかけに在来雑穀品種の栽培や都市住民との交流，森づくりを進めるというものである。この取り組みはマスコミに取りあげられたものの，今後の展開を考えると，いくつかの課題があると思われる。本稿では，この活動の意義を問い直し，山村振興につなげるための見通しについて考えてみたい。

２．活動を進めるうえでの現実

2005年，私は，10人くらいの地元の焼畑経験者と話をする機会があったが，彼ら古老たちの多くは，焼畑に対してあまり良いイメージをもっていないようであった。アワ・ヒエ・トウモロコシなどの雑穀がコメよりも劣る作物という認識があった時代に育ち，「焼畑＝昔の貧しい生活」という苦い思い出があるためかもしれない。私が「焼畑を復活させてみたい」と言うと，みんな火入れ時の注意とイノシシ等による鳥獣害の対策についてアドバイスしてくれた。その時の様子から，焼畑は，先祖代々受け継がれてきた誇りある生業というよりは，自分たちの世代を最後に消えてゆく習俗と半ば諦めているようにみえた。「土佐の焼畑習俗」は，昭和61年に国の無形民俗文化財に指定されたものの，そのことを知る地元住民は少ない。焼畑を経験したことのない地元の年輩者からは，「今どき焼畑なんて時代錯誤ではないか」という意見もいただいた。

実際，私たちが焼畑を試みた時も，伐開作業はきつく，ボランティア活動で参加するとしても敷居が高いように感じられた。また，火入れは興味深い作業だが，延焼というリスクを背負っている。収穫時には，滋味のある雑穀が試食できるというメリットがあるものの，現段階では販売するほどの収量は期待できない。こうした事情を見越してか，2005年夏に焼畑作業の参加呼びかけを新聞紙上に載せてもらったが，一般からの反応はほとんどなかった。2006年３月18日には前年の焼畑実践を踏まえて池川町で焼畑をテーマにしたシンポジウムが開催されたが（「池川の緑と清流を再生する会」主催），参加者は40人弱と少なめだった。冷静に捉えれば，「内輪で盛りあがる焼畑」という指摘があたっている。これから焼畑を続けていくとしても，大きな広がりは期待できないかもしれない。むしろ，安易な考えで火入れするようなことにならないためにも，その方がいいかもしれない。

「内輪」に近いところからも，厳しい批判があった。「街の人間が興味本位でやって来て勝手に火を入れている」「とりあえず焼畑をしてみたという程度のもので，まともな焼畑になっていない」など。焼畑は地元の眠れる資源ではあろうが，その有効な活用法については今後，検討の余地がありそうである。これまで，焼畑の再興を「社会実験」と位置づけ，多様なスタンスの人を巻き込みながらやってきた。そして，対象が自然であるだけにそのつど土地の状態をみて柔軟な対応をしようという基本方針があるだけだった。しかし，焼畑の面的な拡大・普及が望めない現状では，活動の中身を濃くし，質を高めることが重要になってくる。

３．山村の誇り／生物環境との関わり

私は，焼畑を山村振興の一手段とみなす立場に近い。焼畑に文化的な価値があるとしても，それを文化財として扱うことに終始し，その一方で山村から人がいなくなり（市町村合併が余儀なくされ），山林が荒れてしまっては意味がないと思う。このような立場から，私は今後の焼畑活動を支えるポイントとして，山村での営みに誇りをもつこと，そして生物環境との関わりを重視することの二点を挙げたい。以下，それぞれについて述べる。

１）山村の誇り

活動の中身を問おうとするのに，「誇り」などと精神論から始めるのは良くないかもしれない。しかし，2004年２月に水俣市で開催された『第１回全国グリーン・ツーリズムネットワーク熊本大会』に出席した折り，私は四国の地域おこしが他の地方と比べてあまり活発ではない

〒780-0812 高知市若松町９-30　西日本科学技術研究所環境システム研究室

のではないかと感じた。例えば，遠方ながら，東北地方からの参加者は多く，ある会場での討論では話題提供の先頭に立っていた。柳田國男の『遠野物語』で知られる遠野市の農家が，舌鋒鋭く山村振興の問題点をまくし立てていたのが印象的であった。最近では，雑誌『現代農業』2006年１月号（農山漁村文化協会）に，東北での地域おこしの事例として焼畑が取りあげられており，役場担当者が音頭をとって実践している。東北の山村振興を支える背景には，何か特別なものがあるのだろうか？ ここしばらくの疑問であったが，宮沢賢治の作品『注文の多い料理店』とその解釈をめぐる論考を読むうちに，東北が擁する思想的な礎が少し理解できたような気がするので，ここで紹介したい。

民俗学者の赤坂憲雄によれば，『注文の多い料理店』は，野はらと畑の世界である。北上山地の周辺で，山を焼いて稗・粟・蕎麦をつくり，ドングリ・クリ・栃の実を採り，獣を狩り，炭を焼く人々の暮らしが描かれている。それは，稲作以前の，あるいは稲作の外なる森や山の世界であるという。そのうえで，赤坂は，「賢治の作品には過去に対する郷愁はない。昨日と今日の足下に転がっている現実のかけらを素材とし，そこに根を降ろしながら，しかも明日の情景こそが語られる」と指摘する。

別の角度から，哲学者である梅原猛は，『注文の多い料理店』に伏在している宮沢賢治の批判精神が，現在地球を支配しているヨーロッパ文明に対する東洋的な慈悲の精神からの強烈な批判を含意していると読み解く。そして，賢治のもつ危険さは，何千年にわたる人類の文明に疑問符をなげかけ，その文明の根本的変革によって新しい慈悲の文明を地上に現出させようとするものと結論づける。

赤坂も梅原も，賢治が昔日の里山の理想郷をイメージして描く童話作家とは程遠い存在とみなす点で一致している。賢治は，山の民であることの矜持を保ちながら，人間と動植物との融和世界を近未来に目指すべきものとして暗示している。このことは，地球環境問題や地方の過疎・高齢化問題が深刻化する現在，切実さをもって迫ってくるのではなかろうか。柳田國男が『遠野物語』の序で述べたように，山の民の習わしには「平地人を戦慄せしめる」迫力がやはりあったと思われる。東北人は，宮沢賢治に代表される思潮をくみとり，内外からもそれを触発され続け，この思想的なバックボーンに支えられて，今日の骨太な地域おこしを展開しているのではないかと私は推察する。

翻って四国の山村振興について考えるとき，政策的な問題や社会経済的な制約はさておいて，「山村の誇り」のようなものが四国の山の民にあるだろうか？ もし，それが歴史的な過程で薄められてしまったとすれば，それを取り戻す文化的社会的装置（成人や子供への教育など）が必要なのではなかろうか。私は，自分たちのささやかな焼畑の取り組みを通して，山村であることの誇り，山村での営みに誇りをもつことを世にアピールしてゆきたいと考えている。

２）生物環境との関わり

伝統的な焼畑が，周囲の山林に生息する動植物と親和的であったことは，あまり知られていない。例えば，福井勝義（1974）によれば，池川町の焼畑では，［伐開・火入れ→２～４年の雑穀栽培→20～30年間の休閑→伐開・火入れ］というサイクルが保たれており，畑の放棄後20～30年で，跡地はアカシデやコナラを始めとする落葉樹45種とアラカシやヤブツバキなどの常緑樹20種が混生する二次林へ遷移していた。多くの樹種を含む山林を焼畑として開墾し，その跡地の山林再生を待って再び焼畑にする農業生態システムが確立されていたようである。

また，古い文献だが，『新古今集』所収の西行法師による歌で，次のようなものがある。

「古畑のそばの立木にゐる鳩の友呼ぶ声のすごき夕暮」

（「そば」は岨で，山の急斜面の意）

この歌を折口信夫は，以下のように口語訳・語釈している（岡野，1996）。

〔口訳〕捨てられた焼畑の山岨の，立ち木にとまってゐる其鳩の，仲間を呼んでゐる声のすごく聞こえる夕暮れよ。

〔語釈〕古畑（ふるはた）：山中の焼畑は，一度作れば他へ移ってゆく。其故，山の片岨に作りすてる。

ここには，焼畑農業における［火入れ⇔休閑］サイクルが示唆されているとともに，焼畑作物を食べる鳥として知られるハト（文化庁文化財保護部，1997）が登場し，鳥獣との折り合いをつけながら焼畑を開き，また放棄していたことが推察できる。

ただ，こうした文献による資料よりも，民族文化映像研究所が池川町を舞台に撮影した映像『椿山　－焼畑に生きる－』（1977）を見れば，焼畑における人と自然の関わり具合はすぐに了解できる。“伐開”や“火入れ”という言葉から想像される自然破壊のイメージが，この作品によって覆される。

2006年２月５日，高知市で「民族文化映像研究所の映画を見る会」主催の映画会が開かれ，そこでこの『椿山』が上映された。印象的なシーンとして，火入れ直前の唱えごとで，「這って逃げるものは這って逃げよ。飛んで逃げるものは飛んで逃げよ」というところがある。これを口に出して言うべきか，心の中でのみ唱えるものかは地元で議論の別れるようだが，いずれにしても火入れに際して生き物，動物への配慮がなされていることは疑いようがない。また，この映画では，虫送り行事が重要な儀礼として描かれているが，それは焼畑において害虫がしばしば発生し，深刻な作物被害を与えたということが背景としてあるようには解釈できなかった。『現代農業』2006年１月号でも，薄上秀男が，焼畑の火入れによる焼土効果として「病害虫は死に，善玉菌が活性化する」ことを指摘している。虫送りの行事では，人間と虫が敵対するのではなく，焼畑を見守ってくれる（はずの）昆虫・動物への思いやりがあり，人間と虫との共存が目指されている。

もともとの焼畑は，意外に自然に優しく，理に適ったものだったのかもしれない。これからの私たちの焼畑の取り組みでは，生物環境との関わりを重んじた過去のやり方に準じてゆきたい。具体的には，在来雑穀品種による混作や輪作，畑の跡地は多くの樹種が混生できるような森づくりへの誘導ということになろう。宮沢賢治が描いた人間と動植物との融和世界は，いつまでも夢物語で片付けられてしまっていてはいけない。

4．おわりに

私は，焼畑の再興をきっかけに，山での営みに皆が自信を取り戻し，山村振興に少しでも寄与できればと願っている。高知県は森林面積が84％を占める「山林の県」であるが，そのうちスギ・ヒノキを始めとする人工林率が66％もあり，この人工林で間伐が遅れるなどの問題が深刻になっている。2006年３月の池川町でのシンポジウムでは，地元住民から，「焼くのはいいが，人工林を焼いてくれ」という要望が出た。昔やったような焼畑を参考に，単純な植生の林を自然に近い森に返していくということだろう。

私たちの取り組みでできることは，所詮タカが知れているし，今は焼畑の実践が続けられても，いつか思わぬ失火で活動が休止に追い込まれるかもしれない。しかし，焼畑のような在来の資源を活かして山の利用や再生を図っていくことが，山村振興の選択肢としてありうること，そしてその選択肢を増やしていくことがこれから求められるだろう。

（原稿受付　2006年４月29日）
（原稿受理　2006年５月２日）

参考・引用文献

赤坂憲雄(1995)「イーハトヴを探して」『『注文の多い料理店』考』（赤坂憲雄・吉田文憲編著）五柳書院.
文化庁文化財保護部(1997)『焼畑習俗　岐阜県・高知県』.
福井勝義(1974)『焼畑のむら』 朝日新聞社.
岡野弘彦(1996)『折口信夫の記』 中央公論社.
相馬正胤(発行年不詳:1960年頃)「四国山岳地方における焼畑経営の地域構造」『愛媛大学紀要（社会科学)』第４巻　第１号.
梅原猛(1983)「宮沢賢治と風刺精神」『現代詩読本　宮沢賢治』 思潮社.

[四万十・流域圏学会誌　第５巻 第２号　11－15　2006]

＜解　説＞

土佐の焼畑と暮らし

坂本正夫*

１．はじめに

焼畑農業は林野の樹木を伐採し，焼却して跡地を耕地化して作物を栽培し，地力が低下すると放棄し別の林地に新しい畑を造成する原始的農業であるが，その起源はおそらく農耕の開始にまでさかのぼることができるであろう，といわれている。

この焼畑は土佐ではキリハタ，ヤキヤマ（焼山，ヤケヤマ（同），ヤケヤブ（焼藪），ヤブ（藪），ヤマ（山），ヤキバタ，ヤキハタなどと呼ばれてきたが，公的な記録には伐畑・切畑，伐（切）替畑・ハタなどと記されている場合が多い。

焼畑は．焼く時季により春焼畑，夏焼畑，秋焼畑に３分類されるが，明治以後の土佐では秋焼畑は少なく，ほとんどが春焼畑と夏焼畑であった。また焼畑は，最初の年に栽培する作物により，キビ山・キビ藪（春焼き），ヒエ山，ヒエ藪（同），ソバ山・ソバ藪（夏焼き），ムギ山・ムギ藪（秋山）などと呼ばれることもあった。

本稿は，「四万十・流域圏学会　第６回総会・学術研究発表会（2006・５・20)」の企画セッション「文化環境－焼畑と流域圏のくらし－」をひかえ，焼畑研究がますます盛んになることを願い，過去に発表したものを寄せ集めながら，未整理のまま，思いつくままに焼畑の造成や耕作形態，栽培作物などを中心に住民の暮らしについて記した。

２．焼畑の造成

(1)　山伐り

焼畑に造成する雑木林は，一般にヤブ（藪）と呼ばれていた。以前，焼畑であった土地で，まだ20年から30年しか経過していない山をアサヤブ（浅藪），30年から40年以上の山をフカヤブ（深藪）とかオオヤブ（大藪）と呼び，深藪・大藪を伐ることが多かった。だが，これは地形や地質，日当たり，所有する土地の広狭などが関係するので場合により異なり，15年から20年ぐらいの藪を伐ることもあるし，今まで焼畑として利用したことのない，全く新しい土地への進出も繰り返されてきた。

このようにして，四国山地の村には，古くから焼畑生産を基盤とする入り作（出作り），家族別居隠居慣行（長男が嫁をもらうと次男以下の子女を引きつれて隠居する慣習・四国山地の焼畑地域に顕著であった）が確立し，下流から奥地へ，そして山を越え，また下流へと村が開かれ，特色ある焼畑文化が形成された。

焼畑の面積は，一般的には10人役の山，15人役の山，30人役の山というように，山伐りに必要な労働量や，５升播きの山，１斗播きの山，２斗播きの山，３斗播きの山などとヒエやソバの播種量で表現する所が多かった。また製炭地では，500俵取りの山とか1000俵取りの山，林業地では，何石の山というような言い方もあった。しかし，これは地域社会における呼称であり，公簿上は長宗我部地検帳以来，何代・何町・何反・何畝・何歩などという表記が使用されていた。

どこの山の，どの場所を伐るのかは，ヤブの茂り具合や土質，位置，日当たりなどを見て総合的に判断して選定するが，各家がばらばらに焼畑を造成すると，木が繁茂し隣接する畑が日陰になって作物が育たなくなったり，火入れで火災が発生したり・・・というようないろいろな問題が生ずるので，集落内で計画的な土地割り替えを行っていた地域もある。

山伐り（山ナギとも呼ばれていた）は，伐る時季により夏ナギ・秋ナギに分かれるが，前者は梅雨が明けると，すぐに伐り乾燥すれば焼いていた。秋ナギは８，９月頃から10月までに，まだ木の葉がついているうちに伐り，翌年の３月，４月頃に山焼きをしていたが，ムギ山の場合には，乾燥すればすぐに焼いていた。

土佐郡大川村高藪や隣接する本川村桑瀬（現，吾川郡いの町）では，古くは４本の榊の木を立てて注連を張って祭場を作り，そこへ山の神をお迎えして祈願してから山を伐り始める者もいた。また，物部川上流の四国山地に位置する香美郡物部村土居番（現香美市）では，「これから何十何歳の何某が，この山を伐りますが，刃物を落としても石がこけて（落ちて）きても身体にさわりませんようにお願いいたします」と唱えて神に祈願してから山伐りを始めていた。

山伐り作業は，鎌でかずら，茅，雑草などの下刈り（これを下ナギという）をしながら，エガマ（雑木を伐ったり，木の枝を払ったりするときに使う刃物：土佐方言）で立木を伐り倒すが，大木はエガマで枝打ちして，チョウナ（手斧）と鋸を使って伐り用材，薪などにする。大きな木で格別用途のないものは，その木に登って枝を打ち落とし，そのままにしておくこともあるが，このような木を吾川郡池川町椿山（現，仁淀川町）や高岡郡仁淀村大植（現，吾川郡仁淀川町）などでは，オロシギ（下ろし木）と呼んでいた。また，大木は地上１米から１米50センチぐらいのところを鋸やチョウナで伐り倒すことが多かったが，これは後で土砂流失を防ぐトメギ（止め木）を支えたり，収穫後に作物を掛けて干すのに用いたりしていた。

(2)　山焼き

伐った山（藪）がよく乾燥すると，暦を見て三隣亡のような悪日を避け，吉日を選んで山を焼く日を決める。乾燥し過ぎると，山火事の危険があるし，乾燥が足らぬ

〒780-0914 高知市宝町７-31　前高知県立歴史民俗資料館館長

と焼け残りができるので，山焼き日の決定はまことにむつかしい。いよいよ山を焼く日が決まると，近隣の者たちが協力し合い手伝って焼く。土地割り替え制があって，共有地・組地などを焼畑にする時には，集落や組の者が総出で山焼きを行うこともあった。

山に火をつける前には，まずその山の周囲の枯れ枝や枯れ葉をきれいに取り除き，平鍬なども使用して約５，６米幅，場合によっては12，３米幅のヒミチ（火道）と呼ぶ防火線帯を作る。続いて，山主がヒブセ（火防せ）と呼ぶ山焼きの無事を祈る神事を行う。

たとえば，徳島県の剣山に近い物部村別府（現，香美市）では，伐り畑の隅へ青い葉のついた木の小枝を３本立てお神酒とナマグサを供え，そこに山の神を勧請して火が火道帯を越えて広がらぬことを祈願し，

「飛ぶ虫は飛うで逃げてくれえ，這う虫は這んで逃げてくれえ」

と唱えていた。

同じ物部村土居番では，伐り山の隅の適当な場所を選び，その四隅へ榊の小枝を立て，お神酒とナマグサを供えて山の神を祭り，

「まわりの山へ火が入りませんように，風も出ませんようにお願いします」

と祈ってから火入れをしていた。

また，石鎚山麓の本川村越裏門（現，いの町）では，

「飛ぶ虫ア飛び出え。這う虫ア這い出て来い。さあ，これから，この山へ火を入れまするぞ」

と唱えながら，ナマグサ（雑魚）とお神酒を供え，火道帯の外へ持ち出した火を消し，その灰その他の消火物を穴を掘って地中へ埋め込んでいた。隣接する本川村中ノ川（現，いの町）では，火道帯に焚いた火種から伐り山の枯れ葉に移した火を一旦もみ消し，その灰を火道帯の外に出していたが，この行為をヒブセ（火伏せ）と呼んでいた（保仙純剛「土佐本川・大川村採訪記」近畿民俗36号）。

吾川郡池川町椿山（現，仁淀川町）では，火道にナマグサとお神酒を供えて火をつけ，この火種に向かって，「ただ今より，この山を焼きます。山の神さま，地神さま，どうぞお守りください。秋葉さま，初午さま，どうぞお守りください。這んで逃げるものは，這んで逃げてください」と唱え，柏手を打って祈願していた（福井勝義「焼畑のむら」）。

火伏せの神事が終わると，火種に枯れ葉・枯れ枝を乗せて火を大きくし，ホテ（枯カヤを束ねたもの）や枯竹の松明に火を移し，伐り山の斜面の最上端から火をつける。山の両端を２，３人の男が火勢を慎重に見ながら，順次下方へと火をつけながら降りて行く。残りの者たちは，柴を束ねたタタキボウ（叩き棒）を持って周囲にひかえ，火が他へ広がりそうになると，すぐにこれで打ち叩いて消し止めていた。焼き方の上手下手がそのまま収穫量にも関係するから，参加者全員が十分に気を配りながら焼いていた。

(3) 山焼き後の整地

焼け残った木は，適当にところどころへ集めて焼くが，この行為をいの町旧本川地区や仁淀川町では，コヅヤキ（骨焼き），香美市旧物部地区では，ヤキジアケ（焼いて仕上げるという意味）と呼んでいた。コヅヤキが終わると，切り株と切り株の間へ横に木をおいて土止めをし，土壌の流失を防ぎ播種出来るようにするが，この作業をネダガケとかネギガケと呼んでいた。なお，ネダガケ用の木は，山伐りの時に適当な物を選んで用意しておく。

焼畑に造成された初年度の土地を，仁淀川上流や四万十川上流の村々では，アラジ（新地），物部川や安芸川，伊尾木川，安田川，奈半利川などの上流地域では，ニイジリ（新畑）と呼んでいたが，２年目以後は，コナバタと呼ぶ所が多かった。焼畑は，無肥料栽培が原則だが，何年間か耕作したコナバタは，次第に肥料を必要とするようになる。しかし，土質がよく便利な位置にある畑は放棄せず，長く耕作するようになり定畑化した。このような場所が，中世以降，近世そして近代へと集落（村）化したのだが，今，四国山地を歩いて見ると，一見して焼畑から発展した集落だと分かる景観があちこちの村に残っている。

３．焼畑耕作と栽培作物

(1) 焼畑の耕作形態

焼畑では，どのような作物を，どのような順序で栽培していたのか，具体的事例を二カ所記しておく。

「事例１」　香美郡物部村（現，香美市）

岡ノ内では，初年度にヒエ，２年目にアワ，３年目にはダイズ，アズキ，サトイモ，サツマイモなどを栽培し，土質の悪い所はこれで放棄するが，土質のよい土地は，５，６年から７年目ぐらいまでイモ類を栽培していた。同じ村の柿火手では，初年度ヒエ，２年目アワ，３年目ダイズ，アズキ，イモ類，４年目ダイズ，アズキを作り，５年目から放棄することが多かった。

以上は，春焼畑だが，夏焼畑には最初にソバを播き，２年目ヒエ，３年目アワ，４年目ダイズ，アズキとか，初年度ソバ，２年目ムギ，３年目ダイズ，アズキと続け，４，５年で放棄することもあった。

（昭和37年の高知県教育委員会の緊急民俗調査カード）

「事例２」　土佐郡本川村寺川（現，吾川郡いの町）

四国の屋根の中心に位置する寺川の人々は，古くから焼畑耕作を行い，細々と自給自足の生活をしてきた。春焼畑には，初年度にヒエ，２年目にアズキ，３年目にトウキビ（トウモロコシ），ダイズを栽培し，２年または３年目に商品作物である三椏の苗を移植していた。

夏焼畑にはソバを播き，２年目にはダイズ，アズキやトウキビ，アワなどを栽培していたが夏焼畑は少なかった。焼畑は集落の近くだけでなく，１里（４キロ）も２里も離れた所にもあり，農繁期には，田屋（山小屋のこと）に泊まり込む者もいた。

（昭和58年筆者調査・話者は明治42年生まれ）

春焼畑，夏焼畑とも，初年度の栽培作物はそれぞれの地域ごとにほぼ一定していたが，２年目以降は，どのような作物をどのような順序で栽培するのか一定していない。しかし，これには時代による変化もある。

近世後期には，外来のトウモロコシが栽培されるようになり，特に仁淀川上流や四万十川上流の村々の焼畑作景が変化したが，続いてサツマイモが，さらに明治20年代には商品作物としての三椏が導入され，土佐の焼畑作景に大きな変化が生じた。三椏が移入された初期のころは，焼畑を造成してから３，４年後に三椏の苗を移植す

るのが普通であったが，三椏栽培が有利になった大正期には，2年目から移植することが多くなった。やがて，木材資源の重要性が増加し，食糧作物を栽培し，その後三椏を移植し，続いて植林という耕作形態が一般化したしたが，戦後の経済繁栄の中で，昭和30年頃から焼畑は消滅したが，池川町椿山（現，仁淀川町）では，昭和の終わり頃まで，ほそぼそと焼畑耕作が行われていた。

(2) 焼畑の栽培作物

土佐の焼畑では，ヒエ，アワ，ソバ，ムギ，ノイネ（陸稲），ダイズ，アズキ，ヒュウガ（ヒュウガマメ），トウモロコシ（トウキビ・キビ），キビ（コキビ），コウリャン（キビ・トウキビ），ゴマ，エゴマ，ソラマメ，エンドウ，サトイモ（マイモ・タイモ・クキイモ），サツマイモ（カライモ・ツルイモ），ジャガイモ（ジャガタライモ・ジャガタラ），カシュウ（カシュウイモ），ダイコン，カブ，インドウリ（チャーテ），ウリ（キュウリ），ボーブラ（カボチャ），三椏，茶などが栽培されていた。

次にいくつかの作物について栽培法などを記しておく。

ヒエ　高知県内では，大正時代末期以降，ヒエはほとんど作られなくなったが，ここでは，昭和20年代までヒエ栽培が行われていた，土佐郡本川村寺川（現，吾川郡いの町）の事例を中心に紹介する。

ヒエは，春焼畑で栽培するが，ヤブ（山）は3月末から4月初めに焼く。すぐに種を播くのを，アクマキ（アクは山焼きで生じた灰のこと），20日ぐらいおいてから播くのを，クワマキ（鍬播き）と呼んでいたが，後者のほうが雑草の生える割合が少ない。薄く播くときは，反当たり4，5升，厚播きするときは7，8升播く。種を播き平鍬やガンセキで表土をかき混ぜる。アクマキは，一度の除草，クワマキは一番草，二番草と2回の草取りを行い，あとはヒエが実るまでおく。

なお，ヒエを播種する時には，数粒を山ノ神に供え，豊作を祈願することが県内で広く見られた。たとえば，物部村土居番・中番（現，香美市）では，焼畑の木株の上に2粒，3粒の種を供え，

「地神さん，山ノ神さん，今年も万作とらせてください」

と祈っていた。

仁淀村大植・織合（現，仁淀川町）では，播き終わると周囲の適当な3カ所へ数粒の種を播き，

「荒神さま，山ノ神さま。無事万作とれますようにお願いします」

と祈願していた。

秋になって取り入れをする時には，2株か3株のヒエを穂掛けすることが，四国山地一帯に見られた。たとえば，物部村中番では，ヒエ2株を山ノ神のハエ（林）の木へ穂掛けをしていたが，同じ村の中上では，焼畑の隅の茅や木の切り株へ穂かけをしていた。

本川村（現，いの町），池川町（現，仁淀川町），仁淀村（同），檮原町などでも同じようなことが行われていた。

秋，ヒエを刈り取ると，束ねてハデ掛けにして山に1月から2カ月近くおく。よく乾燥したら，ムシロの上でカラサオで叩いて脱穀し，カマスや南京袋などに入れて天井裏などに保管し，必要なだけ出して精白して食べていた。

ヒエを精白するには，水車で搗くツキビエと，石臼でするスリビエという二つの方法があった。古くはスリビエばかりだったが，大正時代中期に集落共有の水車ができてからは，ほとんどがツキビエになった。ツキビエには，ヒエを釜で蒸し，天日でよく乾燥させてから搗くものと，コウラと呼ぶ大きな鍋で炒ってから搗くものとの二つの方法があったが，前者が多かった。1升のヒエを精白すると，炒りビエは3合ぐらい，蒸しビエだと3合5勺ぐらいになる。水車の使用は，各戸順回りに1日ずつある。順番が近づくと，主婦は5斗ぐらいのヒエを蒸してよく乾燥させ，当日はヒエを運びこみ，最初に粗搗きをして荒皮がとれると臼から出し，箕でさびて（あおって）ぬかを除く。ついでマヅキ（真搗き）をしてよく精白するが，5斗も精白するには朝から晩までかかった。

アワ　メシアワ（飯に炊くアワ）とモチアワ（餅にするアワ）の二種がある。ヒエと同じように春焼畑にばら播きして，平鍬で表土をかきまぜておく。刈り取りまでに1，2回雑草を除去する。脱穀方法は，ヒエと同じである。

ソバ　7月上旬から中旬にかけて山を伐り，下旬から8月はじめに山焼きをする。焼け山に種をぱらぱらと播くが，「猫足三粒」といわれるように厚く播くものだといわれていた。播いたあとは鍬で打つだけでよく，75日すれば刈り取りができる。ソバは手間がかからず，しかも何年おいても質が変わらず，まことに重宝な作物である。少ない家で5，6升，多い家では1斗ぐらいの種を播くが，豊作の年には，1斗播いて5俵（2石）も6俵（2石4斗）もとれることがある。

刈りとったソバは，わらで束ね，イナキにかけて乾燥させる。よく乾燥したらその場で脱穀し，カマスや俵などに入れて持ち帰り，倉や納屋，天井裏などにしまっておく。ソバを製粉するには，ヒキワリ臼（トウモロコシをひき割る石臼）とコンコ臼で2度びきをする。まずヒキワリ臼でひき割り，ケンドウ（フルイ）でおろすと，粉は下に落ちる。ケンドウに残ったソバを箕でさびると，鬼皮（表皮）が飛び去り，大割れのソバだけが残る。このソバと最初におろしたソバを一緒にしてコンコ臼でひくと，ソバ粉ができる。

ダイズとアズキ　梅雨があけると，焼畑にばら播きして1，2回除草する。刈り取る（引き抜いて収穫することもある）とイナキ（ハデ）に掛けてよく乾燥させ，カラサオや棒で叩いて脱穀する。

トウモロコシ　新大陸原産の移入作物であるトウモロコシを，土佐では一般にトウキビとかキビといい，西部の土佐・吾川・高岡・幡多郡の山間部で特に多く栽培されたが，昭和35（1960）年頃からほとんど姿を消してしまった。

トウモロコシには，集落付近の屋敷畑（常畑）で作るコヤシキビと，焼畑や常畑化した山畑で作るヤマキビの二種があった。多かったのは後者で，これにはヤマギナ，白キビ，赤キビ，モチキビなどの品種があった。ヤマキビは，旧暦4月に植えるが（種を播くのだが一般に植えると表現していた），仁淀村大植（現，仁淀川町）や池川町椿山（同）などでは，ツゲの花が実になるまでに植えればよいといわれていた。

ヤマキビは，植えてから２週間後にモトヨセ（芽生えたものに土寄せをし，芽生えないものは植え直しをすること）をし，キビの葉が６，７枚出たとき（播種後30日ないし40日後），土を掘りおこしてモトヨセするのが一番シュウリ，それから25日ないし30日後に土を掘り返し雑草を引く二番シュウリと３回の手入れをする。

秋の取り入れは，キビ柄を根元から鎌で切り取り，スボ（実）をもぎ取ってフゴ，カマス，南京袋などに入れて持ち帰り，皮を剥いで束ね，イナキ（ハデ）にかけて乾燥させる。よく乾燥したら，庭にムシロを敷き，その上でカラサオ，棒などを使って脱穀し，ハンド（かめ）や桶，缶などに入れて倉や納屋などへ保存し，必要なだけとり出して食用にする。

トウキビは，丸粒のままでは食べることができないので，ひき割り臼でひき割って飯に炊く。そのため，四国山地の焼畑地域では，どの家にも必ず，トウキビをひき割る石臼がいくつかある。ひき割ったたトウキビは，トオシ（フルイ）にかけ，上に残った大割れのものは，再びひき割ってトオシにかけ，まだトオシに残っている大割れのものは，また同じようにしてひき割る。トオシからおりたひき割りキビは，細目のトオシで再びおろし，上に残ったものと下におりた粉を別々の容器に入れる。飯に炊くのは前者であり，後者はハナゴといい，キビ雑炊やキビダンゴにする。なお，トウキビをひき割るのは，主婦や娘など女の仕事とされていた。

三椏　県内中・東部ではリンチョウ，西部ではヤナギと呼ばれているが，これが高知県で栽培されるようになったのは，明治20年代からである。ここでは，三椏の育苗から製品として販売するまでの過程を，高岡郡仁淀村大植（現，吾川郡仁淀川町）の事例を紹介する。

（イ）**育苗**　梅雨のころに種子を採取し，約20日間水の入った桶の中に浸してから取り出して陰干しにする。よく乾燥したらシュロの皮に包み，湿氣の多い赤土の場所に埋める。これを翌春の彼岸頃に掘り出して屋敷畑へ播く。芽が出てくると雑草などを引き抜いて手入れをし，翌春苗を引き抜き30本とか50本の単位で束ね再び苗床に植えつける。

（ロ）**植え付け**　この苗を，翌春の芽立前（３月）に焼畑へツルグワを使って１本ずつ植える。苗を植えてから３年目に刈り取る三椏をウイソといい，これ以後３年ごとに３回ないし４回刈り取り，後は放棄して荒れ地にする。

（ハ）**三椏畑の手入れ**　毎年ヤナギバタウチ（三椏畑打ち）とヤナギバタカリ（三椏畑刈り）という２回の手入れをする。前者は，旧暦３月末から梅雨までの間に平鍬で三椏の周りの土を掘り返すもの，後者は，旧暦６月土用から８月にかけて鎌で茅その他の雑草を刈り取る作業である。

（ニ）**三椏の収穫**　秋になり葉が落ちればいつ刈り取ってもよいが，他の農作業との関係から旧正月から旧３月のシツケ（農作業の開始）までに刈り取ることが多い。遠距離のものは，現地に釜を持ち込んで蒸し，はいだ皮のみを持ち帰ることもあるが，普通は束ねた三椏を馬で運んだり背負って来たりして，家のそばにある釜屋で蒸していた。

（ホ）**三椏蒸し**　最初の釜は，準備してから蒸し上がるのに３時間ぐらいかかるので，夜中の零時頃から火を焚き始め，午前３時頃からは家族全員が起きて作業にかかるが，夕方までには８釜から10釜の三椏の皮をはいでいた。はぎ終わると家の周囲の干場で干す。

（ヘ）**製品化と販売**　乾燥した三椏は，倉や納屋へ保管しておいて，これをそのまま売ることもある（この状態の三椏をクロソという）が，普通はこれを農閑期に出して表皮を削り製品化（これをシロソという）して販売していた。半日ぐらい谷川に浸したクロソを女たちがヤナギケズリ機や包丁で削り，再び１昼夜ぐらい谷川に晒して引き上げ，よく乾燥させてから男がマロ（束）にする。マロには規格があり，大正期から１マロは３貫目だったが，太平洋戦争中に３貫200匁になり，戦後は５貫目になった。昭和初期からは，三椏検査員が回村して検査し，特等，１等，２等，３等，等外に分けていた。

楮　これは，もと山地に自生していたが，近世以来製紙原料として山間部で栽培されるようになった。楮を土佐では，カジとかカミソあるいはコウゾといい，秋口から冬にかけて刈り取り三椏と同じような方法で製品化し，一定規格のマロにして販売していた。

茶　茶業地として古くから知られているのは，長岡郡大豊町，本山町，吾川郡池川町（現，仁淀川町），吾川村（同），高岡郡仁淀村（同），葉山村（現，津野町），東津野村（同），檮原町などの焼畑地帯である。

４．結び

四国山地の焼畑の村々を歩くようになって40年が過ぎた。村を訪ねるたびに思うのは明治以来の村の変貌，その中でも特にあの1960年前後から始まった高度成長期以降の急激な変貌によって生じたさまざまな問題である。

今日ではどの村にも道路や電話が通じ確かに便利にはなったが，それに反比例して流出人口が増大し過疎化が進行して，老人問題や医療問題，山の荒廃などの諸問題が発生した。その結果，大野晃氏のいう「65歳以上の高齢者が人口の半数を超え，冠婚葬祭をはじめ田役・道役などの共同生活の維持が困難になる」いわゆる限界集落が出現し，住民が１人もいなくなって地図から消える集落も出てきており，これはさらに増大していくことが明らかになった。

このような山村の過疎化と高齢化の進行で，古くから伝えられてきた人間と山とのかかわり方が変貌し，山の維持が困難な集落が数多く出てきた。「山は海の恋人，その仲をとりもつのが川だ」というが，山村の問題は里の問題であり，また海の問題，そして都市の問題でもあることを知らなければならない。山や森をどのようにして守り山の荒廃を防ぐのか，また山の木や植物などをどのように利用していくのか，さらに山の動物といかに共生していくのかというようなことが重要な課題になってきた。

このような危機的状況となった今日，古代以来続いてきた自然の理にかなった焼畑農業の技術や，それを基盤に形成された焼畑文化の調査研究はまことに意義あることだと思う。

（原稿受付　2006年４月29日）
（原稿受理　2006年５月２日）

参考・引用文献

福井勝義「焼畑のむら」（朝日新聞社　1978年）
坂本正夫「高知県の農林業」（「四国の生業１」所収　明玄書房　1980年）
坂本正夫他「聞き書・高知の食事」（農文協　1986年）
高知新聞社「高知県百科事典」（高知新聞社　1976年）
大野　晃「山村環境社会学序説」（農文協　2005年）
保仙純剛「土佐本川・大川採訪記」（近畿民俗36号）

［四万十・流域圏学会誌　第５巻 第２号　17－29　2006］

〈解　説〉

焼畑の生活語・文化環境と地域おこし

橋　尾　直　和*

１．はじめに

筆者は，平成13・14年度の文部科学省研究費特定領域研究（Ａ）「環太平洋の〈消滅に瀕した言語〉にかんする緊急調査」の日本班（公募班）「消滅に瀕した高知県限界集落の言語・民俗」の研究代表者として，共同研究者らと共に実施したフィールドワークに基づく考察を行った。調査研究の一環として行った「高知県旧香美郡物部村市宇月谷方言の可能表現調査」において，従来の報告では，主として東日本方言に確認され，西日本方言では，長崎県対馬にしか例が見られなかった可能助動詞「サル」の存在を，偶然にも発見した。その後の調査によって，旧物部村のみならず，高知県の山間部の集落および近接する愛媛県・徳島県の集落にも，可能助動詞「サル」の存在が確認できた。

調査地点は，高知県安芸市別役，旧物部村（現，香美市）市宇，岡ノ内，大豊町奥大田，土佐町地蔵寺，高知市，旧本川村（現，いの町）寺川，旧池川町（現，仁淀川町）椿山，椿原町神の山，文丸，旧中村市（現，四万十市）敷地，古津賀，宿毛市，さらに近隣の愛媛県宇和島市朝日町，徳島県旧西祖谷村（現，三好市）善徳を加えた15地点である。インフォーマントは，旧物部村市宇の壮年層以外は，すべて地元の高年層のはえぬきの方である。調査は，2001年12月，2002年６月・７月・８月・９月，2003年７月・９月，現地において面接調査によって行った。

筆者は，「焼畑による山おこしの会」のメンバーらと共に，2005年７月には旧池川町ツボイで，８月には旧本川村脇の山で，焼畑の復活・実践に直接携わった。

本論は，可能助動詞「サル」を焼畑の生活語と位置づけ，焼畑集落において旧池川町椿山の生活語と文化環境の関わりを中心に考察し，焼畑による山おこしの取り組みについての構想を提起することを目的とする。

２．文化環境とは

ここで，「文化」「文化環境」「社会環境」「自然環境」の語の定義を行っておきたい。

「文化」とは，「後天的に学習され，世代を通じて継承される行動様式と世界観である」としたJ.H.スチュワードの定義[1]，さらには，「後天的・歴史的に形成された，外面的および内面的な生活様式（デザイン）の体系であり，集団の全員または特定のメンバーにより共有されるもの」としたC.M.クラックホーンの定義[2]に従う。

「文化環境」とは，人間が「社会環境」と「自然環境」との相関で築き上げた「文化」，言い換えれば，人間の精神的・肉体的な活動の所産であり，先人が人類の存在とともに創り出してきた，あるいはこれから創り出そうとする文化的な環境のことを指す。

「社会環境」とは，現代科学の創り出した電気・通信・交通・構造物のようなインフラ，法律・教育のような社会制度，互助会・町内会のような社会システム，個人の対人関係などの環境のことを指す。

「自然環境」とは，人間や生物によって評価された，それらの存在に無関係に現れる客観的な状態である，地形，地質，土壌，気候，水，植生，動物などの環境のことを指す。

筆者が考える図式は，以下の通りである。

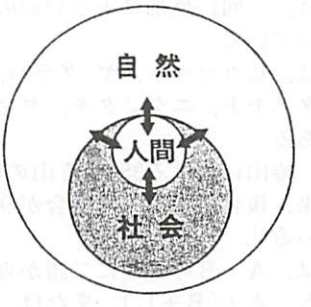


図１　人間と文化環境

『環境学を学ぶ人のために』（1993）で示された個体（主体）との影響関係は，矢印で示されているが，ここでは，「個体－自然」「個体－社会」「社会－自然」の影響関係しか示されていない[3]。筆者は，これに修正・加筆を施した。問題となるのは，主体は「人間」である。したがって，「個体」を「人間」に修正している。「人間－自然」「人間－社会」「人間－社会－自然」の影響関係を提示した。矢印は，その影響関係を表す。室山（1998）にある「生業環境」は，まさにこの「人間－社会－自然」の影響関係によって導かれるものである[4]。すなわち，「人間－社会環境－自然環境」による環境そのものを「文化環境」とみなすわけである。

３．焼畑の生活語

３．１　焼畑の空間

旧池川町椿山の空間認識については，福井勝義の『焼畑のむら』に詳しい[5]。

家々は，緩やかな斜面に寄り集まっている。屋敷の前の野菜を作る場所で青々としている所がサエンバ，少し離れて下肥えや堆肥をやる黄色く熟れた麦畑がコヤシ，地理的にコヤシと同じ位置にあるが，地肌を見せている日当たりの悪い所がハルヽヂである。ハルヽヂは，冬の間

〒780-8515 高知市永国寺町５-15　高知女子大学 文化学部

放置しておき草が生えた所を春に耕すことから。同じ地を冬の間空地にしておくことからアキンヂとも言う。山の方に点在している芋を植える畑がイモンヂ，さらに外部の山に植林やヤブがある。それらに挟まれてヤマハタ（焼畑・伐畑）が散在している。

図２　旧池川町椿山の空間認識：土地の名称
（福井1974：34を修正・加筆）

椿山では，一回に焼畑にする分の広さの斜面に対して名前が付いている。

たとえば，ヒウラウネ，ヤングラバ，クロトコ，カンゲウラ，ヌタノモト，ニクノタキ，ヤマンゴボー，カンドイシなどである。

福井は，椿山における353ある山の呼称全部について調べた結果，複合語の占める割合が９割にもなることを報告している[6]。

複合語は，Ａ＋Ｂのように二語から成り立っている一次複合語と，Ａ＋(Ｂ＋Ｃ)，または（Ａ＋Ｂ)＋Ｃのような配列をもった三語からなる二次複合語に大きく分類される。例を挙げれば，次のとおりである。

〈一次複合語〉

Ａ＋Ｂ	ヤングラバ：ヤングラ＋バ
	クロトコ　：クロ＋トコ
	カンゲウラ：カンゲ＋ウラ

〈二次複合語〉

Ａ＋(Ｂ＋Ｃ)	ニシホーノキウネ：ニシ（西）
	＋（ホーノキ（植物名)＋ウネ）
（Ａ＋Ｂ）＋Ｃ	ヒウラウネ：(ヒ（日))
	＋ウラ（ミネまたはウネを境にしたいずれかの面＝ヒウラ）
	＋ウネ

福井（1974）に従って，表す対象を基本的に示している語尾のウネ，バ，トコ，ウラなどを基本語と呼び，前接語については，基本語を形容するので形容語とする。

基本語は約70語で，その半分は地形を表す語である。タキ，ヒラなどの基本語は，それ自身単独に山の呼称として用いられず，必ず形容語と結合して複合語を形成している。

このように，焼畑耕作に従事する山地住民の間には，生産活動の場である山地の地形・方角・高度・植生の遷移などに関する自然認識が形成され，その自然認識に基づいて土地の民俗分類が行われてきた。こうした土地の民族分類は，焼畑という生産活動の中で形成され，民俗知識として共有されつつ伝承されてきたものであり，山との共生によって生み出されてきた山村の生活文化の一つと言える。

焼畑集落の人びとは，生業の場である山地の地形・方角・高度・日照・植生などに関して空間認識が形成され，それに基づいた土地の民俗分類が行われてきた。つまり，人びとを取り巻く自然環境との関わりの中で，生業を営んできたわけである。このような土地の民俗分類は，連続した空間に区切りをつけて名称をつけたものである。いかに，焼畑集落の人びとが山の空間に対して細かく認知しているかが分かる。これらの語彙が焼畑という生業と密接に結びついて生かされているのである。細かい地形・土壌・植物などの相関関係を認知することにより，厳しい自然に適応してきた。

筆者は，空間認識の語彙を言語文化と捉え，音声言語としての記述の重要性を感じ，これらの語彙について再調査した。福井（1974）に掲げてある図を修正・加筆した[7]。

図３　旧池川町椿山の空間認識：基本語
（福井1974：40を修正・加筆）

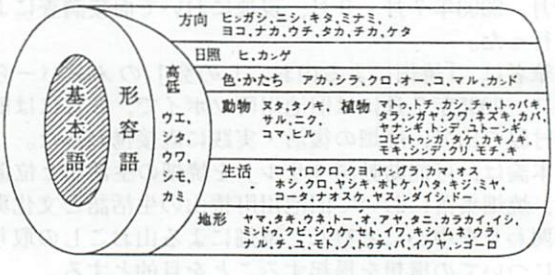


図４　旧池川町椿山の空間認識：形容語
（福井1974：40を修正・加筆）

３．２　焼畑のサイクル

次に，椿山焼畑のサイクルと収穫される作物の名称を掲げる[8]。

焼畑集落の人びとは，植生の遷移を知り，それぞれに適合した時期に収穫を行う。そのサイクルは，１年目，２年目，３年目以降といったスパンが基本であるが，その後20～30年間放置するといった，長いスパンを１サイクルとした時間認識を持っている（次頁の図５参照）。

このサイクルも自然環境との共生の中で生み出された時間認識であり，民俗知識として共有され，次世代に継承されてきたものである。先程の空間認知は，「空間」を分節する作業であったが，この場合は，「時間」を分

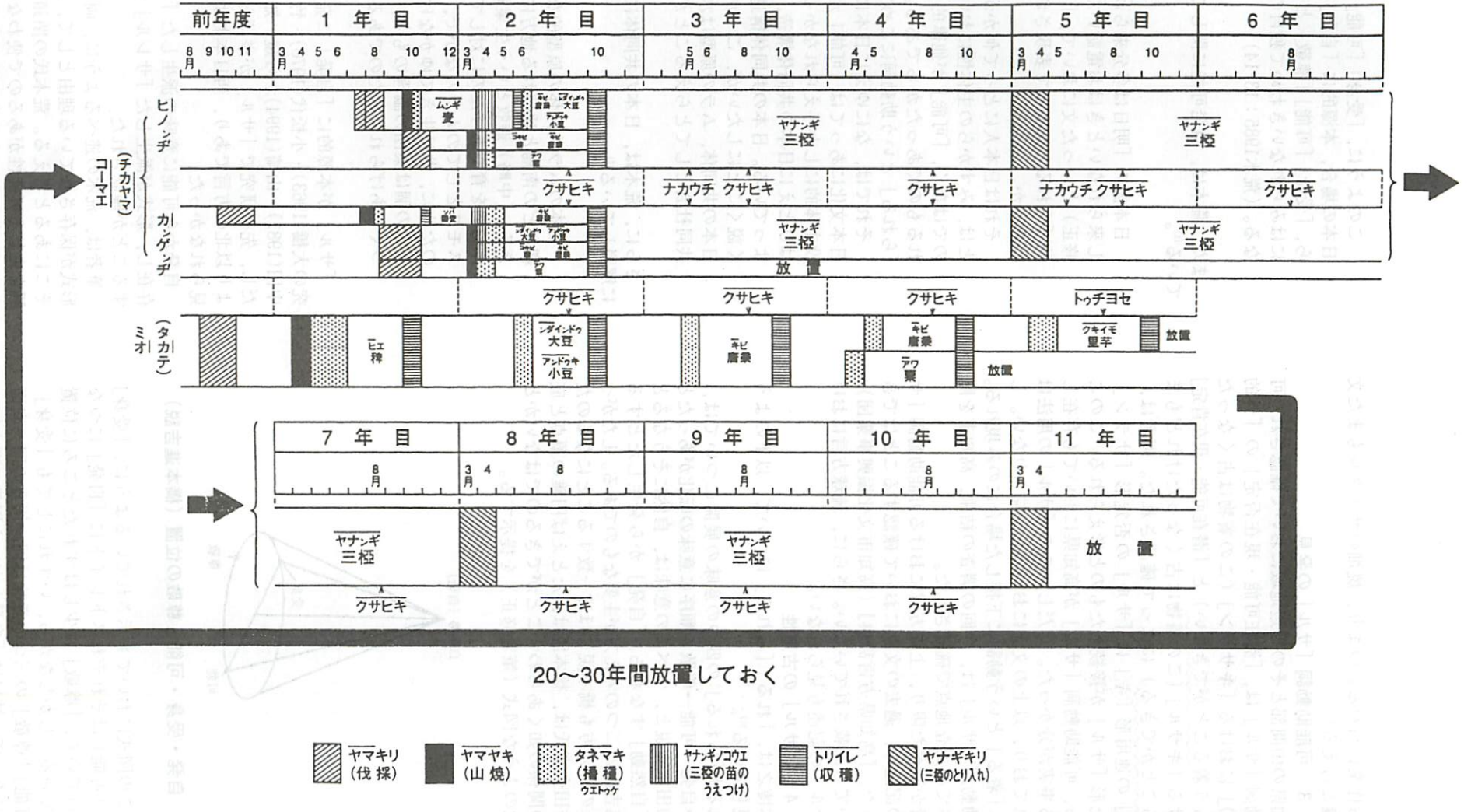


図5 旧池川町椿山の焼畑サイクル（福井1974：52を修正・加筆）

節する作業に当たる。つまり，焼畑のサイクルもまた文化環境と言える[9]。

3．3　可能助動詞「サル」の発見

高知県の山間部とその周辺地域において確認された可能助動詞「サル」は，「潜在可能・現在否定」の「外的(状況)」における「キサラン」（この着物は古くなったのでもう着ることができない）と「潜在可能・現在肯定」における「キサル」（この着物は古くなったけれどもまだ着ることができる）によって確認された。両者は，「着る」の連用形「キ」に「サル」の否定形「サラン」と終止形「サル」が接続したものと考えられる。このことから，可能助動詞「サル」が高知県においても存在している事実が分かった。ただし，この「サル」の用法は限られており，以上の文脈においてしか見られない。しかも，「着る」という動詞に下接した場合にのみ現れる。可能助動詞「サル」は，今回の調査の結果，高知市を除くすべての調査地点で確認された。

筆者が調べた限り，土佐方言における可能助動詞「サル」の記述は，過去の文献において確認することはできなかった。『高知県方言辞典』（高知市文化振興事業団）においても記載されていない。さらに，琉球方言における「サル」の記述も見られない。

3．4　「サル」の古層性

荒木博之は，「れる」「られる」について，以下のように解説している[10]。

「れる」「られる」の四つの意味の展開については，受身→自発→可能→尊敬の順序に意味の転化があったとする山田孝雄説と，すべての意味は，自然にそうなるという「自然動」すなわち，「自発」から発生したとする橋本進吉説の二つの考え方が主要なものである。したがって，この考え方も橋本説にほぼ一致することになるのだが，吉田金彦氏は，橋本説は，たとえば円錐の頂点と底辺との関係の如くあらわすことができるのではないかとし，次のような図式（筆者修正）を提示する。

図6　自発・受身・可能・尊敬の位置（橋本進吉説）

> この図式においても示されているように，「受身」と「可能」はそれぞれストレイトに「自発」につながっていて，「尊敬」は少しはずれたところに位置している。しかしながら，いずれにしても「受身」「可能」「尊敬」の三つの意味は同一円錐の同一底面上にあって，結局は「自発」という円錐の頂点につながってゆくのである。

> このように，「受身」「可能」「尊敬」の意味は，日本の場合，本源的に「自発」に発するのであるから，「受身」「可能」「尊敬」といっても，他の言語にはみられないきわめて独自のあり方を示すことになる。（荒木1985：13-14）

また，荒木は，自発可能に関して，以下のように述べている[11]。

> 日本語の「明日は多分来られると思いますが，もし来られないときはお電話いたしましょう。」（筆者修正）といった文において，「可能」が「自発受身」的「られる」によって表現されている意味は何なのだろうか。
>
> それは日本人にとって何かが可能であるということは，みずからの主体性においてそれを可能にするのではなく，「可能」が他律的に没主体的に与えられるものであったからである。その心を「れる」「られる」という助動詞にこめているのである。
>
> それでは，なにゆえに日本にあっては，あるいは日本文化にあっては「可能」が他律的に，あるいは没主体的にしか与えられなかったのだろうか。それはひとえに日本の共同体構造，ムラ構造のあり方によっている。日本の共同体構造については後に詳しく説くことにしたいが，ごくかいつまんでいうなら日本の共同体，ムラの原型は水稲栽培的定住集団的共同社会としてとらえることができるだろう。

さらに，荒木は，日本の共同体について，以下のように解説している[12]。

> 日本のムラ共同体の原型的なあり方は，奄美，沖縄などの南島と呼ばれる地方に今なお見ることができる。（中略）遊牧という生業経済がゆるぎなき自律的個を育てあげたのに対して，閉鎖的なミクロコスモスとしてのムラのなかで，米づくりという目的のために，共に生きてゆかなければならなかった日本人の個は集団の論理のもと，受身的，他律的個につくりあげられてきたのである。

「サル」が本源的に「自発」に発することは，先行研究の大橋(1963)・小松代(1976)・竹田(1998a)(1998b)・中田(1981)・山崎(1994)から窺い知ることができる。ただし，先行研究で「サル」が挙げられているのは，静岡より以北の方言であり，西日本および琉球方言の記述は見られなかった。

自発から可能に意味の派生した「サル」が土佐方言に存在し，形式が派生した「サレル」が琉球方言にも存在することが確認された。

筆者は，荒木の述べるように，両方言において「サル」形式が保存されている理由として，ムラ共同体の原型がそこにあると考える。荒木氏の閉鎖的という表現は，誤解を生じる可能性があるので使わないでおくが，ミクロコスモスとしてのムラ共同体が今日まで保たれたために，「自然の勢いからそうなる」から「できる」意味に派生したとされる「サル」を温存していたとみる。

なぜならば，「サル」の語の成立の仕方が，「アル」という存在動詞を含んでいるからである。形態素レベルに分析すると，「サル」（saru）は，｛s-ar-u｝となる。

この｛ar｝について，大野晋は，以下のように述べている[13]。

> アラハル（現）は，何もないところに突然出現する意を持っている。たとえば隠れていた悪事の発覚とか，神やお化けの出現とかの意に使う。これらによって，アリ（有），アル（生），アラハ，アラハルなどに共通なarという語根の意味は，むき出しになる，出現するという意であったことが推定される。このarは朝鮮語のal（卵）と関係があると考えてきたが，一層古くさかのぼるとタミル語の中にal-arという動詞がある。これは，「花咲く・開く・広がる・出現する」という意味の言葉である。すでに見たように，タミル語と日本語の動詞は対応するものが少なくないから，これをアラの対応語と見ることができる。
>
> ともかく，これらによって日本語のアルは，出現する意の系統に属することは確かである。（大野2002：132-133）

上の解釈は，「できる」が「人力を借りずに，自然の力によって「出で来る」「出来る」から変じて，「出来る」となったもの」との解釈とつながる。日本人が可能を認識するときに，人力によるよりも，自然に形をとって現れ出る，という考え方をとる場合が多いことにもつながる。

語根｛ar｝を内包する「サル」が北海道方言・東北方言・埼玉方言・静岡方言のみならず，四国方言の中の土佐方言・北九州方言・琉球方言などで使われていることは，それらの方言が古層性を残すものと見てよい。その理由としては，これらの地域が自然の畏怖と隣り合わせに生活してきた，「文化環境」としてのムラ共同体が現存することが考えられる。ただし，荒木氏の説く「水稲栽培的定住集落的共同社会」にすべて帰するのは当を得ていない。なぜならば，土佐方言の調査地点は，ほとんどがかつての焼畑集落であったからである。まさに，言語と文化環境は切っても切り離せない関係であると言える。

この語根｛ar｝に関して，朝鮮語の解説としては，『三国記』巻32「雑志第一　祭祀　楽」の「祭祀」の節の注記二に，以下の記述が見られる[14]。

> 注二　阿老　南解工の実妹の阿老は，arとよんで，卵や穀物の意味であり，宗教的な意味では穀霊・祖霊という。

さて，「サル」の語源はいったい何であろうか。筆者は，動詞「される」（自動詞下一段）の文語「さる」（自動詞下二段）が助動詞へ転化したものと考える。

「サル」が最も古く，「サレル」は新しい語形と考えられる。九州に分布するサルル，対馬に分布するサールは，ラ行下二段活用の連体形が終止形に変化したものの名残りであることが分かる。高知市を除く調査地点各地で確認されたサルは，そのまま終止形「サル」として接続したものと考えられる。東北方言のサルと同様，古層語と見ることができる。九州・対馬に分布するサルル・サールは，終止形と連体形の合一化が進んだ平安時代末期もしくは鎌倉時代の言語変化の名残であろう。また，竹富島・西表島におけるサレルは，下二段の一段化が進んだ平安時代もしくは鎌倉・室町時代の言語変化の名残ではないかと考えられる。

4．焼畑の生活語と文化環境

では，なぜ四国の山間部の集落に可能助動詞「サル」が化石的に残存したのであろうか。

筆者は，その要因として，山間部の集落は，とりもなおさず焼畑集落である，そこには，「山の民」が今日も生き生きと生活を営んでおられるからだと考える。ここで展開している生活文化は，「焼畑に支えられた特有の生活文化」と言える。具体的には，①焼畑で他種類の作物を栽培している。②山野に自生する植物や動物を，きわめて多面的に採集・狩猟している。③かつては，森や山の様々な場所に住み（現在は定住している）山中異界の神として，人々がそれに加護を祈る「山ノ神」の信仰や儀礼が山村地帯に広く見られる，ことなどが挙げられる。

これらは，基本的な性格において，東アジアの照葉樹林帯の焼畑民の間に見られる山や森の精霊とその信仰に対比できる性格をもつ[15]。「サル」が残存する地域は，かつて西日本の山村において行われた稲作以前の《雑穀栽培型》の焼畑と深く関係するものと思われる。

しかし，筆者は東日本に「サル」が優勢であることから，「サル」の起源を西日本中心の照葉樹林文化に求めるよりも，縄文時代に東日本に広く分布し，西日本の山間部にモザイク状に分布している落葉広葉樹林帯であるナラ林文化に求めたい（次頁の図７参照）[16]。

「サル」が，「現れる」の構成要素「ある（有る・在る）」の語根｛ar｝を内包し，アイヌ語・東北方言・韓国語・タミル語につながるとすれば，その起源は，かつて日本に存在した縄文語に求める方が合理的である。

しかし，現段階では，それが北東アジア系言語か南方系言語なのかは定かではない。

佐々木高明は，「東日本と西日本の文化や社会の違い」と題して，方言だけではなく，日常的な生活文化の面でも，東日本と西日本で差違が見られることを，宮本常一の指摘を引用して，次のように述べている[17]。

> 伝統的に東日本では囲炉裏，西日本では竈で炊事をしてきた。そのため，東日本では囲炉裏の自在鉤につる吊手のついて鉄瓶や鍋が発達し，西日本では竈に置く羽釜や甑が発達した。また，運搬具では背負子の形が異なり，西日本では背負子よりも天秤棒による運搬の方がむしろ古かったという。このほか，東のハカマに対して西のフンドシ，東の「湯」に対する西の「風呂」の違いなど，幾つかの習俗の差が指摘されている。
>
> さらに，かつては東日本に多く，西日本には牛が多かったという違いもある。それは，稲作水田の卓越する西日本と，畑作を主とする東日本の農業形態とも関係しているという。

しかし，上の例はあくまでも大まかにタイプ分けした

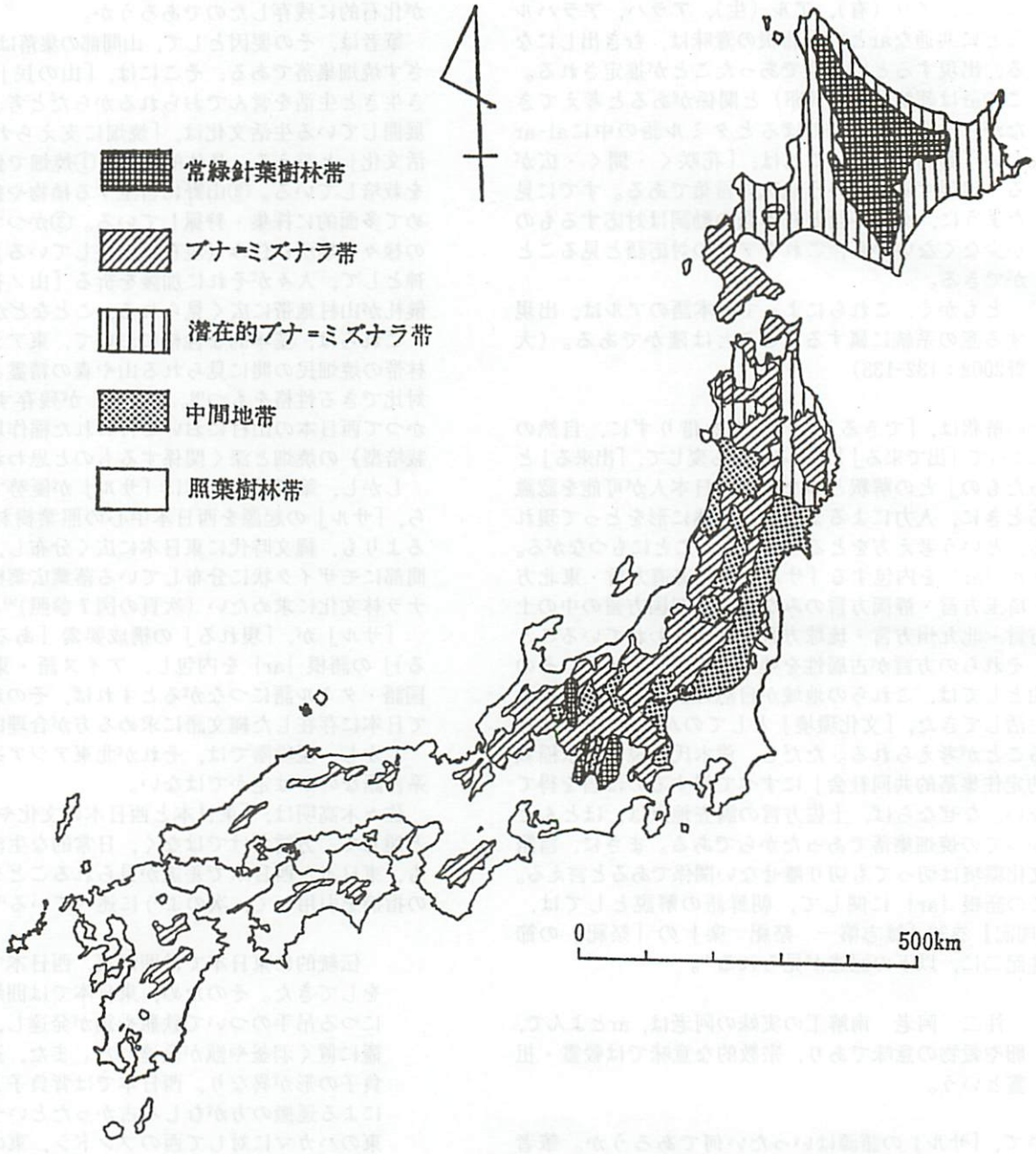


図7　日本におけるナラ林帯（ブナ帯）の分布（市川・山本ほか編1984：4による）

結果であり，私たちはステレオタイプに陥ってはいけない。筆者が調査した，土佐の焼畑集落のことばと習俗は，まさに西日本の中の東日本的特徴を多分に残している地域である。

四国の山間部の集落では，囲炉裏が発達し，自在鉤を用いている。運搬具についても，背負子が用いられることなど，東日本の特徴を持っている。この特徴を持った地域と東日本で優勢である「焼畑農耕」を行う地域が重なって分布しているのである。

筆者は，西日本の「サル」残存の経緯を以下のように推論する。

日本のナラ林文化の言語として使われていた「サル」が，やがて照葉樹林文化の伝播とともに西日本の照葉樹林文化が優勢になった。平野部では稲作文化が到来するが，山間部の焼畑集落までは及ばなかった。やがて，山間部においても照葉樹林文化が進み文化複合が起こる。そして，可能助動詞「サル」は，ナラ林文化の面影を残し，最近まで焼畑を行っていた焼畑集落に化石的に残存するようになったと考えられる。

5．焼畑の心と生活語

焼畑の作業の中で，火入れは重要な位置を占める。暦で良い日を選び，乾燥状態が適切であるのを確かめた上で，無風の時を見計らって行ってきた。その際に，山ノ神に加護を求めるとともに，蛇や虫などあらゆる生き物の退散を願って祈りが捧げられた。

このように，土地の占有，樹木の伐採，火入れなど，それぞれの作業工程のごとにさまざまな儀礼や呪術が行われていた。これらは，山ノ神に対して焼畑の許可を願い，作業の安全を祈るためのものであった。こうした儀礼や呪術の背景には，山ノ神を山地統轄のカミと見なす精神文化があったと考えられる。まさに，自然環境および超自然環境との関わりの中で生活が営まれているのである。

この焼畑における火入れの際の唱え言と麦ほめと呼ばれる唱え言をインフォーマントに再現していただき，音声言語として記録した。これを以下に挙げる。

〈椿山における火入れの際の唱え言〉
タッダイマヨリ，コノヤマオ　ヤキマス。
（ただ今より，この山を焼きます。）
ヤマノカミサマ，ンヂンガミサマ，ンドーゾ　オマモリクッダイ。
（山ノ神様，地神様，どうぞお護り下さい。）

佐々木高明は，焼畑を営む人々の精神文化を次のように説明している[18]。

> 焼畑を営む人たちは，山の自然に対してきわめて謙虚で，敬虔な態度で接していたことも注目しておかねばならない。彼らは焼畑を営む過程の折り目折り目で神に祈りを捧げ，唱え言を唱えて，山ノ神に加護を祈っているのである。山の木を伐り，それに火をつけて燃す焼畑の作業は，山の自然への人間の挑戦のようにみえるが，その「心」は決してそうではない。むしろ，山ノ神の許しを得て，自然条件に逆らうことなく，それと調和して自然をうまく利用するという点に，「焼畑の心」の本質があったとみるべきであろう。

「焼畑の心」を表す習俗として，民具呼称と焼畑作業を挙げることができる[19]。

たとえば，池川町椿山において，大豆・稗・粟などを脱穀する民具にカラサオ（唐竿）がある。人が持つ柄に当たる部分をカラサオノオヤ（唐竿の親），回転する部分をカラサオノコ（唐竿の子）と称している。「親と子」は，民具方言呼称に付いて愛称辞となっている。これは，すなわちカラサオ（唐竿）が生活文化ていることを意味する（写真１・２）。

また，この民具を使って行う作業をカラサオウチ（唐竿打ち）と言う。さらに，麦などの穀物を膝をついて棒を用いて脱穀する作業をヒザウチ（膝打ち）と言う（写真３）。

写真１　カラサオノオヤ（カラサオウチ）

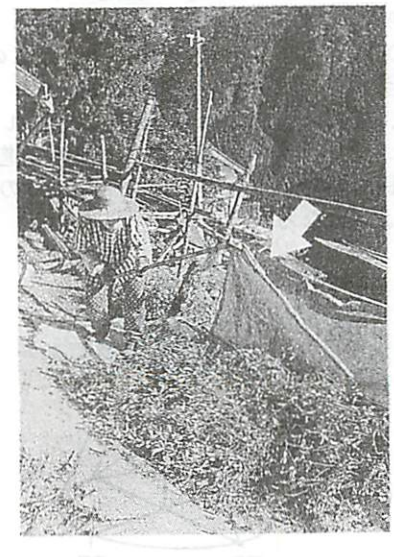


写真２　カラサオノコ（カラサオウチ）

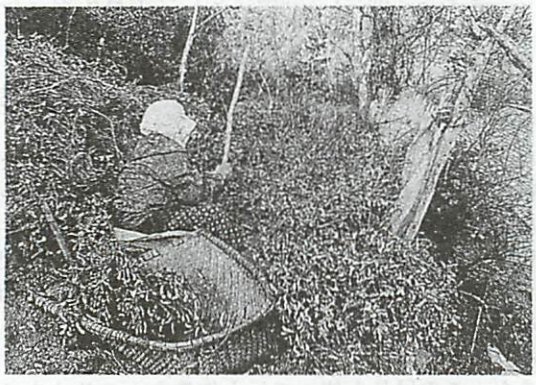


写真３　ヒザウチ

この「打つ」作業・動作は，大地・山ノ神との交信と考えられるのではないだろうか。

だとすれば，ここにも「焼畑の心」が宿っているのである。この習俗は，広く山間部の集落に今もなお受け継がれている。

筆者は，この「焼畑の心」こそが，可能助動詞「サル」を今日まで保存してきた要因ではないかと考える。自然への畏敬と自然との調和の心，山ノ神への畏怖の念が，「ある条件下での事態の展開の実現仮想における他律性（没主体性）を持つ可能」を表す「サル」を温存してきたのではないだろうか。この「サル」は，これまでの調査結果によれば，現在使用されているのは，動詞「着る」のみに接続し，肯定形「キサル」，否定形「キサラン」が化石的に残存しているに過ぎない。

このことに関連して，土佐ことばの特徴に，禁止表現に「ラレン」を用いることが挙げられるが，筆者は，この用法も「焼畑の心」に通ずるものではないかと考える。

たとえば，「ソンガイナコト　セラレン」（そんなことは，してはならない）という場合の「セラレン」は，｛s-e-rare-N｝のように形態素分析できる。ここにも｛ar｝が内包されていることが分かる。

それでは，なぜ「ラレル」の否定形「ラレン」で〈禁止〉の意味を表すのであろうか。筆者は，先に述べた「自然への畏敬と山ノ神への畏怖の念」がこの「ラレン」を生むに至ったのではないかと考える。

ここで，前掲の吉田金彦が「れる」「られる」の四つの意味が「自発」から発生したとする橋本進吉説をモデル化した図を参考に筆者の考えた〈禁止〉の位置を示すと，次のようになる[20]。

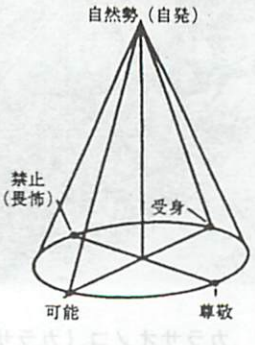


図８　土佐ことばの可能表現における禁止の位置

すなわち，〈尊敬〉の対極に「畏怖」があり，この畏怖の念が〈禁止〉へと派生したのではないかと推測する。ここにも「焼畑の心」が宿っていると見なすのである。だとすれば，荒木博之が「れる」「られる」の根源を，すべて「水稲栽培定住集落的共同社会」に求めた視点は，「雑穀栽培型の焼畑の心」という精神文化に求めるべきではないだろうか。今一度，日本語の可能表現の歴史さらには日本語史を「文化環境」の視点から根本的に捉え直す必要がある。

６．焼畑民具資料館（博物館）構想と地域おこし

ここで問題となるのは，単にフィールドワークで得られた知見を報告書にまとめ配布して，それで良しとしていた従来型のフィードバックのあり方では，決して本当の意味での還元になっていないことである。今必要とされるのは，地域との「共生・共同」の発想である。「共同」は，「協働」にもつながる。

そこで，筆者は，従来の「一方通行（タテ）型」地域貢献スタイルを解消するべく，「循環（ヨコ）型」地域貢献スタイルを考案した。

「館・官・民・学（カンカンミンガク）の発想」がそれである。「館」は博物館・民俗資料館などのミュージアム，「官」は行政，「民」は県民・地域住民，「学」は小学校・中学校・高等学校それに大学を加えた教育機関のことである。これらが，共同で地域の文化発展のために取り組めば，それがすなわち地域の活性化につながる，という発想である。

「館・官・民・学（カンカンミンガク）の発想」を図式したものが，下の図である[21]。

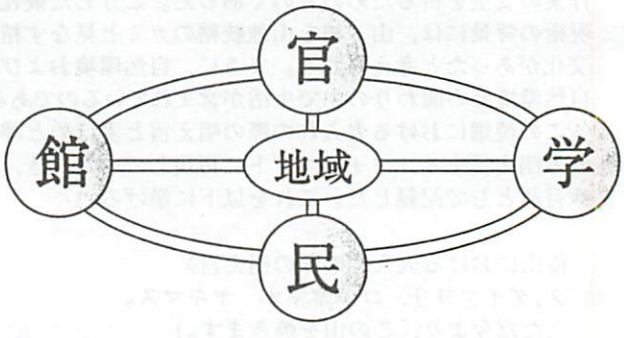


図９　地域活性化モデルⅠ（橋尾2001a：４による）

この発想は，高知県教育委員会生涯学習課の「土佐学サポートシステム」に採用され，体系化されることになった[2]。高知県教育委員会生涯学習課の構想は，どちらかと言えば，将来の県立図書館のあり方を重視したものとなっている。

しかし，筆者が考えた，「土佐学」で得られた情報を「収集・提供」，「加工・蓄積」，「発信・受信」，「利用・活用」する役割がうまく連動し循環していけるシステムを期待しているが，「土佐学サポートシステム」の構想はそれに近い。役割の多様化・個性化が求められていることは言うまでもない。これは，「土佐学によって得られた知見」の「循環（ヨコ）型システム」である。以下にその図を示す[22]。

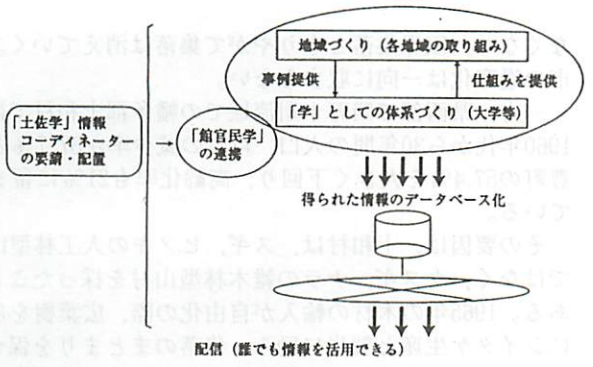


図10　土佐学サポートシステムのコンセプト・イメージ
（土佐学サポートシステム検討委員会編2004：１による）

それでは，「土佐学」と「地域学」「地元学」との関係をどのように位置づければ良いのであろうか。まず，「地域学」「地元学」の先行研究の解説から見ていく。

文化環境研究所代表の高橋信裕は，『文環研レポート』17号(2001)の中で，「地域学」を次のように定義している[23]。

1．人文科学や自然科学などの諸学を当該地域固有の視点から総合化し横断的で学際的な取り組みを特色とする「学」である[4]。
2．市民のイニシアティブのもとに地域の産，官，学が手を携え，地域の優れた資源，能力を発見・発掘し，当地域に新しい息吹を起こすことによって地域の活性化を目指す「学」であり，一方では“市民力”の醸成を支援する市民主体の「学」である。
3．地域おこしの有力な観光資源としての資質と可能性をもち，都市から当地域への集客を誘発し，地域固有の文化的アイデンティティとして機能する「学」である。
4．地元に暮らす人々にとっては当たり前にあるものやことの価値や意味を，外部の人の視点も借りながら掘り起こし，地域づくりに生かす「学」であるとともに，住民自身が当事者となって調べ，考え，ものや地域，生活をつくっていくことをめざす自学自習の「学」である。近年では「地元学」と呼ばれる。

このうちの４．には，すでに「地元学」の概念が含まれている。一方，「地元学」について，嘉田由紀子は，次のように定義している[24]。

「地元学」とはあまり聞きなれない言葉かもしれない。しかし，今，日本全国にこの流れは静かに，そして密やかにひろがりつつある。最初の流れは，水俣病に苦しめられた九州の水俣市や，東北の宮城県からおきていた。地元学の発想は，工業化により全国画一的にすすめられてきた開発計画への「対抗文化」として生まれてきた。中央政府の補助金を求める陳情的政治により，各地で進められた道路建設や河川改修，各地の港湾整備や文化設備の建設などで，確かに物質的には日本人の生活は豊かになった。しかし，そのような画一的な事業により，地域独自の風土性は失われ，生態系に即した生活文化は破壊されてきた。

「地元」とは，人びとが生活する母体である自治会や町や小学校地区や場合によっては市町村などの生活圏域を意味する。地元学とは，地元の人たちが主体となって，地域の外の人の視点や助言を得ながら，地域の生活環境や生活文化を調べ，地域独自の生活文化をつくりだしていく知的で創造的な活動である。ただ調べるだけではなく，地域固有の風土にあった生活を発見し，今の時代の要請とすりあわせながら，新しい生活文化をつくりだし，新たなくらしぶりを創造する活動である。（中略）あえて，環境という言葉を使うことなく，結果として地域生活文化の基盤である生態学的環境の持続的な利用と再生を目的とするのが地元学といえるだろう。

以上の解説には，筆者の考案した「館・官・民・学（カンカンミンガク）の発想」がすべて網羅されている。しいて指摘すれば，教育機関との連係の視点が抜けている点である。「土佐学」は，「市民力」が加わった「地域学」と「地元学」をミックスした「学」であるべきであろう[5]。この「市民力」には，ＮＰＯ活動なども加える必要がある。

筆者は，橋尾(2001b：5)の中で，日本のこれからの社会で必要となってくるのは，「経済力」はもちろんのこと「文化力」と「言語力」であると述べた。この「文化力」について，河合隼雄氏は，以下のように述べている[25]。

日本は敗戦後，欧米先進国に追いつけ，追い越せ，と経済に主眼をおいてがむしゃらに頑張ってきた。これは，大いに成功したのだが，その頂点に達したかと思った途端，不況に陥り閉塞状況が生じできた。これは抑うつ症の状態そっくりではないか。不況の打開のための政府も財界もいろいろ手を打ったがあまり効果はない。これも薬が効かなくなった状態とよく似ている。

ここで打開策は，まったく姿勢を変え，文化的な創造や発展に目を向けることではないだろうか。経済力と文化力は，協調し合って国の発展に役立つはずである。それに，世界全体の様相を見ても，低コスト大量生産の時代は終わりつつあり，たとえば，イタリアの自国の文化を生かしたファッションやモードによる経済発展の姿が教えてくれるように，もっと個性的，創造的な製品が喜ばれるようになっているのだ。経済の世界においても，幅広く柔軟な姿勢が要求されており，それに必要なものはまさに文化力ではないだろうか。

日本は長く意味深い文化的伝統をもっている。たんなる伝統回帰は何事も生み出してこないが，日本の伝統的文化をいかに現在に生かせるかを考えることは，日本再生のために大いに役立つのではないだろうか。幸いにも日本の各領域は個性的な文化を保持してきている。それらを活性化することにより，日本中を文化で元気にすることによって，日本再生を目指したい。

筆者は，この意見に大いに賛成である。しかし，ここには「文化力」と「経済力」とをリンクする視点が欠けている。それは，「コミュニケーション力」すなわち「言語力」である。すなわち，「経済力」が「文化力」と「言語力（コミュニケーション力）」でつながっていることが，理想の姿である。以下に筆者が考案したモデルを示す[26]。

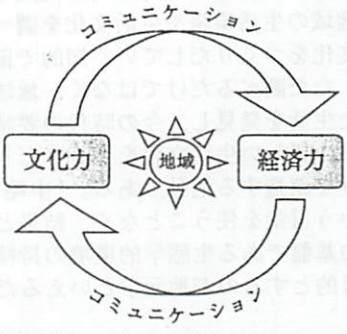


図11　地域活性化モデルⅡ（橋尾2001a：5による）

高度経済成長期以前の日本は，いかなる変化と発展の歴史の中でも，地域に住む人びとの日々の暮らしの位相では，何か一つのアイデンティティーの持続。永い世代にわたる文化の継承が見られた。ところが，それ以降の社会の急速かつ激烈な変容は，社会や文化のあらゆる位相において，こうした持続や継続を決定的に断ってしまった[7]。

このモデルが机上の空論にならないためには，地域社会・地域文化が生き生きとしていなければならない。そのためには，地域社会・文化の「再生」「復活」というキーワードが必要となってくる。

この地域社会を人間の生活の「場」として再生させることは，「人と自然が融合した多様性」「地域の文化が融合した多様性」の再生・復活を意味する。言い換えるならば，景観・文化の多様性を呼び戻す作業である。そのためには，地域の人びとが，筆者の言う広義の文化環境にもっと目を向けるべきである。

筆者は，1995年から2000年にかけて，高知県の「土佐弁ルネサンス事業」に携わり，大豊町奥大田の方言語彙約7,000語を調査し，『土佐弁ルネサンス－土佐ことば辞典－』を刊行した。これは，まさに消滅に瀕した限界集落の言語・民俗の調査であった。

その大豊町の集落がなぜ限界集落と化してしまったのかについては，「文化環境」の変容を視野に入れなければならない。

高度経済成長策がとられた1960から70年代には，広葉樹の天然林を大面積で切り払い，スギ，ヒノキを植える「拡大一斉造林」が行われた。世界でもまれな画一的で，地力収奪型の森林モノカルチャー（単一種の栽培）である。1965年に木材輸入が自由化されてからは，安価な外国産材に市場を奪われ，日本の林業と山村は再起の見通しすら立てられない状況が続いている。

長岡郡大豊町は，1960年に18,000人だったのが，1990年には700人に半減した。65歳以上の高齢者の比率は9.7％から33％へと増加。2005年には52.8％と人類史上前例のない超高齢化社会になることが予測される。防犯，防災の協力も，道普請，水路維持の共同作業も祭りもできなくなり，限界集落となりやがて集落は消えていく。都市の過密化は一向に収まらない。

一方，県西部で四万十川流域での幡多郡十和村では，1960年代から30年間の人口，戸数の減少率が37.7％と大豊町の57.4％を大きく下回り，高齢化率も21％に留まっている。

その要因は，十和村は，スギ，ヒノキの人工林型山村ではなく，クヌギ，ナラの雑木林型山村を採ったことにある。1965年の木材の輸入が自由化の際，広葉樹を原木にシイタケ生産と製炭に励み，集落のまとまりを保つことができた。まさに，環境保全と社会・文化保全がマッチした内容である。すなわち，自然の多様化は，社会・文化の多様化でもあるのだ。新緑から紅葉へ，花を咲かせ葉を繁らせ実をつけ，多くの生き物を住まわせる共生の森，広葉樹林の復活は，日本列島の輝かしい原風景の回復にほかならない[8]。

この環境保全と社会・文化保全，そしてそれらの多様化を目指して，「館・官・民・学」が共同で取り組める姿勢が望まれるのである。

次に，具体的に「館」である博物館の課題について述べてみたい。

佐々木高明氏は，『多文化時代を生きる－日本文化の可能性－』の中で，現在，博物館に求められているものは何か？という問いに対して，「参加型の展示」「マルチメディア化の展開」と述べている。

「参加型」は，筆者の提唱する「館・官・民・学の発想」に合致する。従来の「ショーケースに入った資料の見学」という場ではなく，共同・協働で得られた情報の発表・意見交換の場とすれば良いのである。

「マルチメディア化」とは，情報の多様化を意味する。デジタル化が進む現在，情報のデジタル化・立体化が必要となってくる。筆者が文部科学省科学研究費「環太平洋の言語」の一環として行ってきた作業は，まさに民具・習俗のデジタル映像化であった。時間の制約もあり，農作業の民具を用いて行うシーンのデジタル映像化は行えなかったが，これは今後の課題としたい。

それでは，「土佐学」の中で，具体的にどのように展開して行けば地域の活性化に貢献できるのであろうか。筆者は，「カンカンミンガク」の実践編を考案した。その内容を以下に掲げる[27]。

「土佐学」構築のための３つの提言

１．「館･官･民･学（カンカンミンガク）」の連携を行う

カンカンミンガクの発想を活用することを勧める。最初のカンは博物館・ミュージアムのカン，次のカンは行政の官，ミンは県民・地域住民の民，最後のガクは大学だけでなく，小・中・高を入れた教育機関である。これらがうまく連携していけば，土佐学の発展につながると思う。

「土佐学サポートシステム」にこの発想を取り組みたい。これは，土佐の歴史・民俗・文化などを記録・保存したデジタル資料を皆さんが，必要なときに検索でき利用できるように考えられた，誰もが共有できるように工夫されたシステムである。土佐学センターを運営し，情報収集・整理とともに総合的学習・生涯学習への人材派

遣などを構想の中に入れてある。教育現場，研究においても大いに活用すべきである。

2．「土佐ことば」研究の重要性

言葉は，何と言っても文化の基盤である。「土佐ことば」を見つめることにより，土佐のコミュニケーションのあり様を見ていくことができる。第3回検討委員会において，「土佐弁は1960年代に消えたという指摘もある。消えつつあるのではなく，もう消えているかも。」との発言があったが，何をもって土佐弁と言うかである。いわゆる伝統的方言のみが研究の対象ではない。ことばは変化するものである。現在使われている土佐弁も歴とした土佐弁である。「伝統的なことばだけを対象すべき」とするならば，「アイヌ学」におけるアイヌ語，「沖縄学」における琉球語の研究の必要性はないはずである。

また，文化の変容をことばから見ていくことができる。「経済力」を高めるだけではだめで，「文化力」を高める必要がある。それらをコミュニケーションがつなぐことで地元が生き生きとしてくる。これが土佐学ではないかと思う。そういう意味では，「言語力」がここに加わるべきである。

3．次世代に伝える個別性と多様性・普遍性

「土佐学」がアイデンティティーを持つことにつながれば良いと思う。そのためには，歴史・民俗・文化に興味を持つことが大切である。アイデンティティーを持つことができれば，次世代に伝えたいという動機にもつながる。ただし，「土佐」を多角的に学び伝えるという発想がなければならない。「土佐」といえば「龍馬」「四国遍路」である，といったステレオタイプ的な学びと伝承では，「土佐学」は限られた範囲にとどまってしまうのではないか。歴史・民俗・文化などの人文科学に加え，自然科学の分野からも「土佐学」に参加していただき，総合的なものにしていく必要がある。

また，個別性だけを見ていくのではなく，多様性にも着目し，文化と自然，環境の多様性・普遍性を追求していく姿勢も大切である。「土佐学」は土佐のみを語るのではなく，それが，すなわち日本を語り世界を語る学習と伝承の場になるべきである。

最後に，「土佐ことばの研究」と「館・官・民・学の発想」の重要性に関して，筆者が高知県立歴史民俗資料館だよりの「岡豊風日」第37号(2000)に執筆した「生活語文化としての民具」と題した報告を掲載したい[28]。

生活語文化としての民具

ここ数年，中山間における地域文化研究の一環として，民具の調査に携わっている。十数年前まで焼畑農業が残っていた池川町椿山，同じく焼畑農業を営んでいた本川村寺川や大豊町奥大田，物部村岡ノ内など，過疎化が進む集落の調査を行っている。私の現在の研究テーマは，目に見えない文化としての方言を，目に見える文化として具現化してくれる「もの」としての民具の調査を基に，地域の生活語文化を体系化することにある。

参考のため，県内の民具資料館・郷土資料館を数件廻って気づいたことがある。それは，一般名称（共通語）と個別名称（方言）を混同している展示品の多いことである。また，全体名称，部分名称の区別があいまいな記述をしている説明もいくつか見受けられた。そこで私は，特に方言呼称による民具の記録・保存の重要性をここに示したいと思う。

たとえば，「大鋸」あるいは「木挽鋸」と表示されたもの。これは，土佐方言で広く「オ゛ガ」と言う。また，一般名称を「行燈」とし，方言呼称を「カンチョロ（カンテラ）」と表示されたもの。これは，地域によっては全体名称を「゛ガンドー」と言い，カンチョロは火を点す芯の部分名称を指すものであったりする。大切なのは，先人達が「生活語」としての方言で名付けた名称を正確に記録・保存しておくことである。名称の付けられ方も文化の所産である，という視点が必要なのではないだろうか。

民具は言うまでもなく，地域の人々の生活・歴史が道具の中に集約された「もの」である。言い換えれば，歴史・系統・伝播・製作技術・用いる人々の心性などを暗示している。それだけに，「生活語文化」としての民具の記録・保存方法が確立されるべきである。

ＮＨＫで「21世紀に残したいふるさと高知のことば」を募集したところ，1,000通を越えるハガキが送られてきた。このことは，地元高知のことばを次世代に受け継いでいきたいという人々の願いが多いことを表している。民具も歴史・文化を語る貴重な資料として，方言とともに次世代に語り継いでいくべきものではないだろうか。

民具資料館・郷土資料館における民具の展示のあり方と同時に，民具の価値を次世代へ伝える伝え方について，「土佐ことばカンカンミンガク」の発想を提唱したいと思う。

カンカンミンガクとは「館・官・民・学」のことである。「館」は博物館・民俗資料館などのミュージアム，「官」は行政，「民」は県民，地域住民，「学」は小学校・中学校・高等学校それに大学を加えた教育機関のことである。これらが一体化して地域文化の継承に取り組めば，文化発展のために大きな力となり得るのではないだろうか。

民具資料館・郷土資料館の展示のあり方は，民具をそのまま陳列するのみではなく，県民が共有する文化遺産として，分かち合う姿勢が大事なのではないだろうか。そのためには，展示してそれで終わりというのではなく，民具が「生活語文化」であるとの認識を持って，地域住民と語り合う場が必要である。

その場として，歴史民俗資料館と教育機関が共同で生活語文化としての民具の方言呼称を記録したり，地域住民が積極的に民具の調査・学習会に参加することなどが考えられる。このためには，行政の援助も必要になる[11]。理想を現実に近づけるために皆さん「カンカンミンガク」してみませんか！

以上述べたように，自己と環境および他者との「共感的理解」を軸として，文化環境との関わりの中で，研究・教育の成果を「館・官・民・学」の連携によって，地域に循環させていくことが大切である。それを実践の場に移していくことが，今後の課題でもある。

筆者が着目しているのは，焼畑そのものと農作業で使われる民具である。これは，まさに先人の知恵の結集で

ある。焼畑にまつわる習俗と民具の使用方法や方言呼称を記録・保存し，「焼畑民具資料館」を設置して一般公開する。そこは，誰でも焼畑について知ることができる「学習の場」である。ここに，地元民の先人の知恵が生きてくる。一般の人々に民具を貸し出し，農作業の実践を体験していただく。そんな焼畑民具資料館（博物館）の実現に向けての夢を抱いている[29]。

7．おわりに

現代文化は，伝統文化の礎の上に成り立っている。先人の知恵を学びつつ，活かしつつ，新しい文化を創造し，築いていければと思う。その先人の知恵として，焼畑で培われた民具の方言呼称が挙げられる。すべて新しいスタイルで焼畑を復元させるのも結構だが，筆者は，古き良き伝統を生かしつつ，新しい手法を編み出していければ，と願っている。「焼畑による山おこしの会」のメンバーの各ジャンルの叡智を結集させ，地域おこしを是非とも成功に導きたい[30]。

（原稿受付　2006年４月29日）
（原稿受理　2006年５月２日）

参考・引用文献

1)Steward,J.H.(1955)*Theory of Culture Change*. Universityof Illinois Press, Vrbana.
2)Kluckhohn,C.M.& Kroeber, A.l.(1952) *Culture: A Critical Review of Concepts and Definition*. Vintage Books, New York.
3)高橋正立・石田紀郎編(1993)『環境学を学ぶ人のために』世界思想社：4-5
4)室山敏昭（1998)『生活語彙の構造と地域文化－文化言語学序説－』和泉書院
5)福井勝義(1974)『焼畑のむら』朝日新聞社：34
6)福井勝義(1974)『焼畑のむら』朝日新聞社：39
7)福井勝義(1974)『焼畑のむら』朝日新聞社：40
8)姫田忠義編(1979)『椿山－焼畑に生きる－』(民族文化資料第４集) 民族文化映像研究所
9)白石昭臣(1994)『イネとムギの民俗』雄山閣出版：165-166
10)荒木博之(1985)『やまとことばの人類学－日本語から日本人を考える－』朝日選書：13-14
11)荒木博之(1985)『やまとことばの人類学－日本語から日本人を考える－』朝日選書：21-22
12)荒木博之(1994)『日本語が見えると英語も見える－新英語教育論－』中公新書：75-77
13)大野晋(2002)『日本語はいかにして成立したか』中公文庫：132-133
14)金富軾〔井上秀雄訳注〕(1986)『三国史記』3 平凡社：115
15)佐々木高明(1993)『日本文化の基層を探る－ナラ林文化と照葉樹林文化－』NHKブックス：135
16)市川健夫・山本省三ほか編(1984)『日本のブナ帯文化』朝倉書店：4
17)佐々木高明(2001)『縄文文化と日本人－日本基層文化の形成と継承－』講談社学術文庫：305
18)佐々木高明(1997)『日本文化の多重構造－アジア的視野から日本文化を再考する－』小学館：176
19)橋尾直和(2000a)「吾川郡池川町椿山の生活語における民具関係語彙」(共著)『中山間地域研究年報』第２号 高知女 子大学中山間地域総究プロジェクト：77-85
20)橋尾直和(2004a)『土佐ことばの文化環境言語学』自家版：134
21)橋尾直和(2001a)「地域活性化モデル(橋尾2000)」『中山間地域研究年報』第３号 中山間地域総合研究プロジェクト：４
22)土佐学サポートシステム検討委員会編(2004)『土佐学サポートシステムについて〔報告書〕』高知県教育委員会事務局 生涯学習課：1
23)高橋信裕(2001)『文環研レポート』第17号：1-4，補注
24)嘉田由紀子(2002)『環境社会学』(環境学入門 第９巻) 岩波書店：222-223
25)河合隼雄(2003)「「文化力」で日本中を元気に」『潮』(平成15年11月号) 潮出版社：78-79
26)橋尾直和(2001b)「地域活性化モデル(橋尾2000)」『中山間地域研究年報』第３号 中山間地域総合研究プロジェクト：５
27)土佐学サポートシステム検討委員会編(2004)『土佐学サポートシステムについて〔報告書〕』高知県教育委員会事務局 生涯学習課：2-3
28)橋尾直和(2000b)「生活語文化としての民具」『岡豊風日』第37号高知県立歴史民俗資料館：1
29)橋尾直和(2005)「焼畑の生活語文化と山おこし」『焼畑で山おこし』創刊号 焼畑による山おこしの会編
30)橋尾直和(2006)「焼畑の生活語と習俗」」『焼畑で山おこし』第２号 焼畑による山おこしの会編
大野晋・宮本常一他(1981)『東日本と西日本』日本エディタースクール出版部
大橋勝男(1963)「栃木県における助動詞『さる』」『国語』第３号栃木県高等学校国語研究部会
香月洋一郎・野本寛一編(2002)『民具と民俗』(講座日本の民俗学 第９巻) 雄山閣
桂井和雄(1955)『土佐山民俗誌』高知市民図書館
高知県文化環境部文化推進課編(1996)『行政に文化の風を－文化行政の指針－』高知県文化環境部文化推進課
国土交通省総合政策局事業総括調整官室監修・農山漁村新生研究会編(2002)『地域への提言－農山漁村はよみがえる－』ぎょうせい
小松代融一(1976)『岩手方言の音韻と語法』岩手県方言研究会
佐々木高明(1993)『日本文化の基層を探る－ナラ林文化と照葉樹林文化－』NHKブックス
佐々木高明(1997)『日本文化の多重構造－アジア的視野から日本文化を再考する－』小学館
佐々木高明(2000)『多文化の時代を生きる－日本文化の可能性－』小学館
坂本正夫・高木啓夫(1978)『高知県史　民俗編』高知県
坂本正夫他(1980)『農林業』(四国の生業第１巻) 明玄書房
竹田晃子(1998a)「岩手県盛岡市方言におけるサル形式の意味的特徴」『国語学研究』第37集
竹田晃子(1998b)「岩手県盛岡市方言における可能表現の体系－可能の条件による使い分けに注目して－」『文芸研究』第146集
田辺寿男(1995)「焼畑のムラ椿山の民俗－吾川郡池川町－」『土佐民俗』第64号
土居重俊・浜田数義編(1985)『高知県方言辞典』高知市文化振興事業団
鳥越皓之編(2001)『自然環境と環境文化』(講座環境社会学 第３巻) 有斐閣
中田敏夫(1981)「静岡県大井川流域方言におけるサル形動詞」『都大論究』18
野本寛一(1984)『焼畑民俗文化論』雄山閣
野本寛一(1994)『共生のフォークロア－民俗の環境思想－』青土社
野本寛一(1999)『人と自然と　四万十川民俗誌』雄山閣出版
橋尾直和(2000c)『土佐弁ルネサンス－土佐ことば辞典－』高知県文化環境部文化環境政策課
橋尾直和(2001c)「高知県吾川郡池川町椿山における食生活語文化」『高

知女子大学文化論叢』第３号 高知女子大学文化学部
橋尾直和・福崎敬子(2001d)「焼畑の集落における食生活語文化の比較－吾川郡池川町椿山と土佐郡本川村の比較－」『中山間地域研究年報』 第３号 中山間地域総合研究プロジェクト
橋尾直和(2001e)「高知県土佐郡本川村寺川における食生活語文化」『語文と教育』第15号 鳴門教育大学国語教育学会
橋尾直和編著(2002a)『消滅に瀕した高知県限界集落の言語・民俗Ｉ』（編著）環太平洋の「消滅に瀕した言語」にかんする緊急調査研究事務局
橋尾直和（2002b)「高知県物部村市宇月谷方言における可能助動詞「サル」に関する覚え書」『四万十・流域圏学会誌』 第１巻第１号：37-40[4]
橋尾直和(2004b)「古層語可能助動詞「サル」に関する考察－琉球方言と土佐方言の比較に基づいて－」『沖縄学』第７号：60-69
原剛(2001)『農から環境を考える－21世紀の地球のために－』集英社新書
宮本常一(1979)『民具学の提唱』未来社
民族文化映像研究所編(1996a)『姫田忠義対談集１ 野にありて 目 耳をすます』はる書房
湯川洋司(1997)『山の民俗誌』吉川弘文館

［四万十・流域圏学会誌　第５巻 第２号　31－33　2006］

＜解　説＞

四万十活性化小委員会が目指す「坂の上の雲」

瀬戸口　忠臣*

１．はじめに

この度、四万十・流域圏学会においては初めての小委員会「四万十活性化小委員会」が創設された。その発足の経緯については、当学会誌第５巻第１号で詳述したところである。

本稿では、この小委員会が今後、どのようなスタンスで活動すべきか、そのあり方について補足説明することとする。小委員会の中核は渡川会（国土交通省の中村河川国道事務所と中筋川総合開発工事事務所のＯＢ会）のメンバーであるので、本テーマを追求することは、とりもなおさず、国土交通省のＯＢ会のあり方について考察を加えることにもなる。さらに言えば、「地域おこし」に取り組む各種グループの「組織づくり」を議論することにもつながるものと思われる。

２．小委員会として初めての対外活動

去る３月１１日、宿毛市内のホテルにおいて、四万十かいどう推進協議会、四万十広域観光推進協議会、南予広域連携観光交流推進協議会、以上３つの協議会の主催で、四万十・南予「地域づくり」連携フォーラムが開催された。なんと出席者は約５５０名、大盛況であった。我々四万十活性化小委員会としては、国土交通省が関係する催しに初めて参加することになった。いよいよ行動開始である。

フォーラムでは、観光を振興して交流人口を増やし、四国西南部の「地域づくり」を進めよう、そのツールとして「シーニックバイウェイ（風景街道）」が活用できないか！　観光入込み客に対し、地元住民はどう「おもてなし」をすればいいのだろうか？　シーニックバイウェイと「お遍路みち」とはどう関係するのか、それとも全然別個のものと考えたほうがいいのか？　等など活発な意見や質疑が交わされた。

３．緑のダム思想の歴史と将来展望

（１）官と民の協調姿勢が必要

この熱気溢れるフォーラムを目の当たりにして、今後はやはり、官と民が対立することなく協調し合わなければ住民運動はこうは盛り上がってこない、と感じた。また同時に、民が官にぶら下がっているだけでは又もや公共事業批判が再燃する、だから民は積極的に「企業市民」として地域に溶け込み、社会貢献すべきだ、という思いを強くした

我々四万十活性化小委員会としては今後、「官と学と民と産の四者間を取り持つ接着剤に徹し、地域活性化のために貢献できたらいいなあ！」と感じた次第である。

（２）活動資金の確保

理念は以上のとおりだが、活動を継続していくためにはどうしても先立つものが必要である。活動資金の確保である。幸い、四国地方整備局の外郭団体である四国建設弘済会には、この様な意義のある活動に対して「公益事業費」が用意されている。目下、この予算を要求している。

さらに、国土交通本省では、風景街道に対する世論の盛り上がりに配慮して全国で 30 前後のモデル地区を選定し、新規予算を配賦する方向にあると聴く。四万十流域圏が、是非、このモデル地区の１つに選定されるよう中村河川国道事務所、中村商工会議所の方々が関係方面に陳情なさっているところである。

ついでながら今後は、小委員会としても、会費のみでなく公的な予算を扱うことが確実視されるので、会則の中に会計担当の監事を置くことを明記している。（別紙「会則」を参照）

４．国土交通省のＯＢ会が果たすべき役割

ここで翻って、建設省（国土交通省）のＯＢ会の歴史を紐解き、ＯＢ会が果たすべき役割について考えてみたい。渡川会の今後の方向、スタンスについて何かヒントが掴めるかも知れないと思うからである。

（１）設省から国土交通省へ、ＯＢ会の変質

国土交通省のＯＢ会は、局単位、事務所単位に、あるいは出身県ごとに、全国津々浦々、縦横無尽に張り巡らされている。果たしてＯＢ会には、これまでどのような役割が期待されていたのだろうか、建設省が設置された戦後から、建設省、運輸省が統合された 21 世紀初頭に至るまでの約 60 年間を振り返ってみたい。

（イ）戦　後

戦災復興のため国民一丸となって「追いつき追い越せ」を標榜した時代である。経済活動の原動力となる電力を確保するため、社会資本整備の中でも取分け「ダムづくり」が強力に推し進められた。また、毎年頻発する河川の洪水氾濫から、国民の生命、財産を守るため「川づくり」に優先的に公共投資がなされた。

これらの土木公共事業は専ら直営方式で進められたが、そこには組織の常として、役所の指導者層と職員団体との間にいわゆる労使紛争が発生した。指導者層は、公共事業をスムーズに展開していくため、職員団体と良好な関係を保つことに最も心を砕いた。

こういった時代の要請を受けて、ＯＢ会には、職員、ＯＢ相互の親睦、相互扶助、福利厚生といった役割を果たすことが強く求められた。

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

（ロ）高度経済成長期

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

役所側とされては、限りある予算を効率的に執行するため、事業評価、環境アセスメントなどの分析手法を駆使して、公共事業の優先順位や地域間のウェイト付けを定め、計画的に社会資本の整備を進めてこられた。

この様な時代背景から、省を挙げて、職員の資質の向上、技術の習得が奨励され、ＯＢにも更なる技術の研鑽と後進の指導に当たることが求められた。

（ハ）21世紀初頭

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

時期を相前後して、長良川河口堰や吉野川第十堰、川辺川ダムなどで「公共事業反対の大合唱」が澎湃（ほうはい）として沸き上がった。これを教訓に、公共事業は一重に役所側の独占事業ではなく、今後は、産官学民が手を携えて、お互い了解づくで進めるべきものとされ、「官」では「情報開示」「説明責任」「パブリックインボルブメント」が推し進められた。

一方「民」では、建設市場が過度な競争場裏と化し、橋梁談合事件や耐震偽装など社会倫理にももとる事件を惹起したことの反省から、「コンプライアンス（法令の遵守）」「企業の社会的責任（Corporate Social Responsibility）」などが声高に叫ばれるところとなった。

こういった新しい時代の潮流の中で、国土交通省のＯＢには、１専門家としてあるいは１企業人として、さらには１市民として、地域住民と協働、連携しながら、社会貢献活動、ボランティア活動を行うことが要請されているものと思われる。

（２）渡川会での甲論乙駁

さて本論に戻るが、渡川会としては今後、四万十・流域圏学会と連携して社会貢献活動に手を染めるべきか、それともこのようなボランティア活動からは手を引くべきなのか、さらには、当流域圏学会と連携するとした場合は、団体賛助会員として入会すべきか、あるいは有志が個人賛助会員として入会するにとどめるべきか、役員会において何回となく議論が積み重ねられた。

主だった意見を整理してみると以下のとおりである。これらの意見を総合判断して、結局は、渡川会有志が個人賛助会員として本学会に入会することとなった。現場の生の声は、前述の理念に比べて相当乖離していた。理念としての頭は白であっても、実践としての手足は黒であった。

（イ）圧力団体と疑われるのは避ける

折りしも橋梁談合の実態が白日の下にさらけ出され、橋梁メーカーが社会の非難を浴びている。「国土交通省ＯＢといえども今は、各民間企業に所属している身である。「ＯＢが徒党を組んで事務所に変な圧力をかけている」とあらぬ疑いを懸けられても困る、だから、入会するなら一個人のレベルの方が良くはないか。「李下に冠を正さず」だ。

（ロ）渡川会の存在意義を天下に示そう

巷には「今や公共事業は無駄だ、地域の活性化に大した波及効果も期待できない」といった公共事業不用論が渦巻いているが、こと幡多、高幡地域においてはこの議論は当てはまらない、こういった誤った世論を払拭するためにも渡川会そのものが社会活動を展開して、ＯＢ会の存在意義を天下に示そうじゃないか。だから渡川会そのものが団体賛助会員として学会に入会すべきだ。

（ハ）渡川会には人材が不足

そうはいっても渡川会の中には、現場での監督しか経験のない者や建設機械の操作しか技術のない者もいる、こういった者までが学会に入会するのは土台無理だ、学会の高尚な議論に耐え得るような会員はごくごく少数。だから、見識のある有志数名が個人の資格で入会すべきだ。

（ニ）渡川会は懇親団体であって社会貢献をする団体ではない

渡川会の規約には、その目的として「会員相互の親睦を深める」ことがはっきりと明記してある。戦後の直営時代に培われた職員気質の名残りであろう。この規約を楯にして「ＯＢ会（渡川会）はあくまでも懇親のレベルに止めておくべきだ」という意見が大勢を占めた。

この意見の裏には、「我々ＯＢは豊かな自然とこまやかな人情の中で、そこそこ不自由なく生活しているのだ、何を今更社会貢献など煩わしいことをしなくたって。活動に伴う費用も個人負担しかねる。」という本音が見えないこともなかった。身の丈に合った暮らしをしていくだけで十分、という考えである。いわゆる「知足安分」ということであろう。

（ホ）建設弘済会に余計な事務が増える

国土交通省には各ブロックごとに建設弘済会が置かれているが、この弘済会は、ＯＢの福利厚生や年金の給付などの本来事務に加えて、ＯＢ連中のお世話もしている。

そこで、渡川会そのものが学会に入会するとなれば、その事務は弘済会がお世話することになるが、四国建設弘済会にはこういった経験も無く、そのための要員も配置されていない。余計な事務が増えるばかりだ。だから「入会するなら弘済会に余計な負担がかからないよう個人の資格でどうぞ」という意見があった。

その陰で「今、公益法人に対する社会の風当たりが強く、リストラの嵐が吹き荒れている、こういう時だからこそ、弘済会に馴染む新たな事務を取り込んで、組織の維持を図るべきじゃないのか」といった小さな声もあった。

（ヘ）総合評価発注方式の加点要素になる

このたびの橋梁談合事件を契機に、官側は一斉に条件付一般競争入札、総合評価方式へとシフトされた。この総合評価においては、当該企業の経営健全度と技術力の２要素しか評価の対象になっていない。が、しかし今後、前述の「企業の社会的責任」、「企業のボランティア活動」が普及してくると、この手の活動を展開している企業については、それを評価してあげる必要が生じてくる。

以上の議論を先取りして、「ＯＢ個人の社会貢献活動は企業の成果に帰属する訳だから、渡川会として入会するのではなく、１企業人として入会すべきだ」という意

見も開陳された。

5．坂の上の雲

（1）もう1つのねらい

いろいろ賛否両論、議論があったところであるが、とりあえず渡川会の有志が流域圏学会に入会し、学会の中で同志を募って「四万十活性化小委員会」が組織された。本編や今回の解説編でこの小委員会発足の動機や「ねらい」については縷縷（るる）述べたところであるが、実は、私にはもう1つの「ねらい」があった。

それは、65歳を超え「第2の人生」から「第3の人生」に移行されるOBの方が再度、社会の第一線に復帰できるよう、その「受け皿づくり」である。これだけ経験豊かなOBが、地方の片隅に埋もれてしまうのはいかにも勿体無い。少子高齢化の時代、社会的にも大きな損失である。健康にも恵まれ、家庭的にも後顧の憂いがない志の高いOBの方には是非、この小委員会の中に進んで入っていただき、社会奉仕をしていただきたいのである。

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

（2）究極の組織づくり

冒頭紹介した宿毛のフォーラムでは、シーニックバイウェイで「地域おこし」を図っている先進事例として、北海道の取組みが紹介された。広大な北海道の平原をRV車を駆って小人数で走り回る観光客をサポートするため、有限責任中間法人「シーニックバイウェイ支援センター」なるものが組織されていることも併せて紹介があった。

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

この夢が正夢になれば、閉塞感が漂う公共事業の世界に「官」でもない「民」でもない新たな「公」が出現することになる。新たな公的な会社を組織して、四万十かいどう、お遍路みち、道の駅、四万十川、松田川、四国カルスト台地などの公共空間を活用して、観光入込み客あるいはお遍路さん、家族旅行のグループなどに幡多、高幡ならではのサービスを提供することが可能となる。こういった「公の会社」が組織出来れば、必然的に新たな雇用の場も生れ、地域の活性化にもつながるのではなかろうか！　こういったサービス機関の創設が私の「坂の上の雲」である。

6．終わりに

私は、小委員会は当面第1のステップ、ゆくゆくは恒常的な中間法人を組織し、幡多中村、宿毛、延いては檮原を訪れる方々を地域ぐるみでおもてなしする、こういった組織が出来ないものだろうか、と考えている。今は、壮大な社会実験に取り組んだばかりだが、何とかしてこの夢を中村、宿毛、檮原地区で実現させてみたいのである。四万十流域圏学会の皆様には今後益々のご指導、ご支援を切にお願いする次第である。

別紙

四万十活性化小委員会会則

（名　　称）
第1条　　本会は四万十活性化小委員会とする。

（会　　員）
第2条　　本会は、四万十・流域圏学会の会員で、かつ本会の趣旨に賛同する者を以って組織し、四万十活性化小委員会メンバーは（別表－1）のとおりとする。
2．前号にかかげるもののほか、四万十・流域圏学会の会員で会長が加入を承認した者。

（目　　的）
第3条　　本会は、四万十広域観光推進協議会の主体事業「長期滞在型のリゾート地・四万十観光交流空間モデル事業」及び　国土交通省中村河川国道事務所，中筋川総合開発工事事務所の事業の支援を目的とする。

第4条　　本会の会議は、委員長が召集する。

第5条　　本会は次の役員を以って構成する
委員長　　1名
副員委長　2名
幹事長　　1名
監　事　　1名
2．委員長は、副委員長、幹事長、監事を会員の中から選任する。
3．役員の任期は5年間とする。

（経　　費）
第6条　　本会の経費は、寄付金その他の収入を以って充てる。
2．会員は四万十・流域圏学に入会する事が必要である。

（事 務 局）
第7条　　事務局は四万十市内におく。

（付　　則）
第8条　　本会則は、平成17年12月　9日より施行する。

論　　文

［四万十・流域圏学会誌　第5巻 第2号　35－42　2006］

＜論　文＞

水生植物を植栽した溜池の水質浄化に果たすユスリカ類の役割

林 紀男 *　桑原享史 **　稲森悠平 ***　須藤隆一 ****

Role of midge for water purification on pond with aquatic plants

Norio Hayashi*, Takashi Kuwabara**, Ryuhei Inamori,** Yuhei Inamori***, Ryuichi Sudo****

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

** Graduate School of Life and Environmental Sciences, Univ.of Tsukuba, 1-1-1 Tennoudai, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305-8577, Japan

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

**** Center for Environmental Science in Saitama, 914 Kamitanadare, Kisai-machi, Saitama-ken, 347-0115, Japan

Abstract

The biota and characteristics of nitrogen / phosphorus removal had been investigated 5 years at water purification facilities using aquatic plants. Aquatic plants supplied niches to many kinds of aquatic animals such as aquatic insects, amphibian, reptiles and birds. These aquatic animals play important roles for nutrients removal through their life histories. Generally the contribution of these aquatic animals appearing at water purification facilities using aquatic plants were considered with under estimation. We try to estimate the roles and contribution of midges for nutrients removal at water purification facilities using aquatic plants.

The total yearly removal amounts of nitrogen and phosphorus from water purification facilities located at Kochi were analyzed as 22,600 g and 1,800 g, respectively. The ratios of physical precipitation were estimated as 28 % for nitrogen and 45% for phosphorus. Stay in plant bodies as absorbed nutrients at facilities estimated as 4 % for nitrogen and 15 % for phosphorus. Harvested nutrients with plants or algae as maintenance also estimated as 16 % for nitrogen and 27 % for phosphorus. The contribution of midges such as Chironomus kiiensis , Propsilocerus akamus, Chironomus plumosus through their life history such as emerge or preyed from natural enemy evaluated as 1.6 % for nitrogen and 2.3 % for phosphorus.

Key words : midge, aquatic plant, purification, nitrogen, phosphorus, removal, Chironomus, Propsilocerus

要　旨

水生植物植栽浄化法による実証試験において、窒素・リン除去の機構と水生生物の役割について検証した。実験池に沈水植物、浮葉植物、抽水植物を移植して農業集落排水処理施設の処理水を導入し、水質浄化特性および生物相を5年間継続調査した。本法における植栽植物は、浮遊生物、付着生物のみならず、水生昆虫、両生類、爬虫類、鳥類など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。これら水生植物の植栽により創出されたニッチに誘因・定着する水生動物は、それぞれの生活史を通じて窒素・リンの系外排除に貢献しており、個体としての除去量は些少ながら生物群としては窒素・リン除去への貢献度が過小評価されてきたと考えられる。そこで本報では、同法におけるユスリカ類の貢献度の評価を試みた。

本実験池における年間の除去量は窒素22,600g、リン1,800gと評価された。この内、物理的な沈殿などにより池底質に留まる比率が窒素28%、リン45%、植物に吸収され植物体として池内に留まる比率が窒素4%、リン15%、池の維持管理として植物体および藻体として人為的に系外排除される比率が窒素16%、リン27%等と見積もられた。また、実験池に高密度で出現する昆虫のユスリカ類に着目し、その羽化にともなう窒素・リン系外排除に果たす貢献度を試算したところ、出現したユスリカ類3種（ウスイロユスリカ（*Chironomus kiiensis*）、アカムシユスリカ（*Propsilocerus akamusi*）、オオユスリカ（*Chironomus plumosus*））の3種合わせて窒素1.6%、リン2.3%の比率を担っている可能性が示唆された。

*　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

**　筑波大学大学院生命環境科学研究科　〒305-8577　茨城県つくば市天王台1-1-1

***　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

****　埼玉県環境科学国際センター　〒347-0115　埼玉県北埼玉郡騎西町上種足914

1. はじめに

生態工学を活用した環境修復技術[1]は、環境負荷が小さく、消費エネルギーを抑えることが可能な持続可能な浄化手法として近年注目を集めている[2]。このような生態工学手法の中で水生植物植栽浄化法は、水生植物を植栽し、その植物が生長に資するために吸収する窒素・リンを植物体の刈り取り除去により浄化することを基本原理とする浄化法である[3]。湿地の水質浄化機能を有効活用することを応用した水生植物植栽浄化法については様々な研究[4]がなされ、フロート式水耕栽培浄化法[5]やバイオジオフィルター方式[6,7,8]、ビオパーク方式[9]などが実用化を目指し実践的な取り組みが成果[10]をあげている。

水辺に密接にかかわる生活史をもつ双翅目の昆虫、ユスリカ類については、水田や池沼[11]、浄水場[12]、下水処理場[13]、高架水槽[14]、プール[15]などさまざまな場所に生息しており、主に迷惑害虫[16]として駆除に重点をおいた検討[17]がなされてきた。高密度で生息するユスリカ類は、その羽化に伴い場の物質収支にも大きく影響を及ぼしていることが報告[18,19,20]されており、水質浄化に関連づけた検討[21,22]、発生予測[23,24]などがなされてきている。本研究ではこれらの点を鑑み、水生植物植栽浄化法の実証試験施設において、窒素・リン除去におけるユスリカ類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 実証試験方法

調査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において実施した。調査地は、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）に位置する。農業集落排水処理施設からの処理水に着目し、水生植物を活用した池や水路に同処理水を導入し、池や水路により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[25,26]することとした。

実証試験は、幅7m長さ20m深さ50cmの長方形型ため池を4系列造成して実施した。同池は、それぞれツルヨシを植栽した抽水植物区、ミントを植栽した有用植物区、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複合区、水面を遮光シートで覆った対照区とした。ここに農業集落排水処理施設からの処理水を処理水貯留槽経由にて定量ポンプを用いて流入させ、水生植物を植栽したため池型施設における浄化能を検討した。なお、植栽に用いた水生植物は、全て実験地周辺からの移植であり、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した。

2.2 生物調査方法

実証試験池の複合区に着目し、同実験池に生息するユスリカ類幼虫の種類および現存量を通年観察して評価した。営巣型のユスリカ幼虫については、実験池の付着生物として、区画（コドラート）による調査を行った。実験池内壁面から無作為に選定した10箇所において10cm四方の区画を設定し、区画内の壁面に付着した微生物を採取し付着生物試料とした。遊泳型のユスリカ幼虫については、実験池の浮遊生物として、プランクトンネットを用いた採水法により採集・同定を実施した。無作為に選定した実験池内の10カ所に直径83mmのパイプを複数回差し込み、各30リットルを採水してネット規格NXXX25（網目長径58 μ m）のプランクトンネットでろ過・濃縮し、浮遊生物試料とした。小型付着生物および小型浮遊生物は界線入りスライドグラスを用いて透過ノマルスキー型微分干渉生物顕微鏡による検鏡で、ユスリカ幼虫など大型生物は枠付き界線入りスライドグラスおよびホールスライドグラスを用いて実体顕微鏡による検鏡で、それぞれ生物種名を同定し、その個体数を求め生息密度を定量評価した。検鏡に際しては、採集試料の固定および染色操作はいっさい行わず、採集後、保冷条件にて検鏡室へ運搬し、検鏡に供した。また、遊泳生物（ネクトン）試料については、サーバネットによる水生昆虫の採集を行い、捕獲された種の同定を行った。魚類についてはセル瓶を用いたトラップ[27]を設置し、標識放流法（ピーターセン法）[28]による個体密度の測定を行った。

2.3 浄化能評価方法

実証実験池の水質浄化能については、同実験地を管理運営した高知県の収集した水質データ[29]から算定した。水質分析における測定項目および測定方法は以下に示すとおりである．SS（浮遊懸濁物質）：ガラス繊維濾紙法，BOD（生物化学的酸素要求量）：ウインクラーアジ化ナトリウム変法．COD（化学的酸素要求量）：100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素要求量法，TN（全窒素）：銅・カドミウムカラム還元－ナフチルエチレンジアミン吸光光度法，NH_4-N(アンモニア性窒素)：インドフェノール青吸光光度法，NO_2－N（亜硝酸性窒素）：ナフチルエチレンジアミン吸光光度法，NO_3-N（硝酸性窒素）：銅・カドミウムカラム還元－ナフチルエチレンジアミン吸光光度法，TP（全リン）：モリブデン青（アスコルビン酸還元）吸光光度法，PO_4-P（リン酸態リン）：モリブデン青（アスコルビン酸還元）吸光光度法，水温，気温、降水量。また、植物の生長を記録し植物体含有の窒素・リン量を定期的に定量し、実験池内に植物体として保持されている窒素・リン量および刈り取りに伴い系外排除される窒素・リン量を定量化した。

3. 結果および考察

3.1 水質分析

実証実験池は5年間稼働され、毎週1度の水質測定を実施[29]した。この内、ユスリカ類に着目して集中的な生物調査を実施した2002年度の窒素・リン濃度に着目すると、流入水は農業集落排水処理施設からの処理水を使用するため、全窒素では14.4（10.8～23.4）mg・l^{-1}、全リンでは1.52（1.13～2.26）mg・l^{-1}であった。窒素形態については、1～7月上旬まではアンモニア性窒素が優勢で、夏期には亜硝酸窒素および硝酸性窒素が優勢となり11月下旬より再びアンモニア性窒素が優勢となった。流出水は、全データの単純平均として全窒素では実験区流出水は7.2 mg・l^{-1}、対照区では12.4 mg・l^{-1}であった。同様に全リンでは実験区流出水は0.94 mg・l^{-1}、対照区では1.34 mg・l^{-1}であった。また、実験池の流入部と流出部に設けた流量計にて常時監視[29]した流量は、流入水量で実験区11.5（3.8～22.4）m^3・日$^{-1}$、対照区9.8（4.0～35.3）m^3・日$^{-1}$、同様に年間平均流出水量は実験区11.4（1.8～25.7）m^3・日$^{-1}$、対照区7.7（3.9～32.9）m^3・日$^{-1}$であった。実験区・対照区ともに流入水量と流出水量に差違が生じているが、これは蒸散による影響であると考えられる。同流量から算定した滞留時間は実験区4.7（2.2～12.0）日、対照区2.2（0.5～4.6）日であった。

水質項目について、流入負荷量および流出負荷量を月別に算定し、次式より除去速度を算出した。

除去速度（g・m^{-2}・日$^{-1}$）＝流入負荷量（g・m^{-2}・日$^{-1}$）－流出負荷量（g・m^{-2}・日$^{-1}$）

ただし、流入負荷量＝流入水質×流入水量－降水量×降雨濃度

流出負荷量＝（流入水量＋降雨水量）×流出濃度

その結果、窒素除去速度は、実験区0.45（0.28～0.68）g・m^{-2}・日-1、対照区0.12（0.08～0.18）g・m^2・日$^{-1}$であり、実験区が対照区に比較して有意に窒素除去速度が高いことが確認された（Paired-t test：t=4.18、11df、p=0.0249）。同様にリン除去速度は、実験区0.03（0.02～0.04）g・m^{-2}・日$^{-1}$、対照区0.01（0.01～0.02）g・m^{-2}・日$^{-1}$であり、窒素同様に実験区が対照区に比較して有意にリン除去速度が高いことが確認された（Paired-t test：t=4.90、11df、p=0.0163）。

これらの水質分析解析結果から、除去総量を算出すると実験区では窒素22,600g、リン1,800gが1年間に除去された総量と評価される。一方、植栽の無い対照区においても窒素6.300g、リン800gが除去されており、これは沈殿などの物理的作用により実証試験施設内に留まることにより除去されたものと推定される。

3.2 水生植物

実験区に植栽した水生植物の種ごとの窒素・リン含有率、および実験区内の生育現存量から評価した実験区内に維持されていた植物体含有窒素・リン量は図1に示すとおりである。この図からセキショウモやササバモなど沈水植物、浮葉植物オヒルムシロに比較して抽水植物ツルヨシが窒素含量3.5%、リン含量1.9%と低くなっていることが明らかである。しかしながら、ツルヨシの含水率は45%と低く、かつ実験区内の生育現存量も乾燥重量で26kgと最も高いため、実験区内に生育する植物体現存量の比較においては、窒素410g、リン220gと最も高い値を示すことが確認された。これは、ツルヨシが地下茎に多くの養分を蓄積すること、本検討が植物体を刈り取る際に対象とする地上部のみならず地下茎をも包含した評価であることなどによるものである。また、実験区には糸状性緑藻類やアオウキクサが異常増殖したが、これらが水面を被覆すると沈水植物の生育に大きな影響を及ぼすことが懸念されるため、定期的な除伐を行い、定常状態を維持する管理を実施した。このため実験区から除去されたアオウキクサおよび糸状性緑藻類についても実験区に生育する水生植物同様に窒素・リンの評価を実施した。その結果、これら除去した植物体の窒素含量は7.9%、リン含量は1.1%、含水率は87%、除去総量は乾燥重量で60kgであり、これは窒素総量として5,200g、リン総量として1,010gに相当することが明らかとなった。

3.3 付着・浮遊・水生昆虫・遊泳生物の特性解析

付着生物相は、1999年の実験開始当初から経時的に種類数、現存量ともに増加し2002年には安定した季節変化を呈するようになった。2002年には、1cm^2あたりの総細胞数および出現種数が実験区で、付着藻類が春期に10,000・cm^{-2}・21種、夏期、秋期、冬期にそれぞれ、7,700・

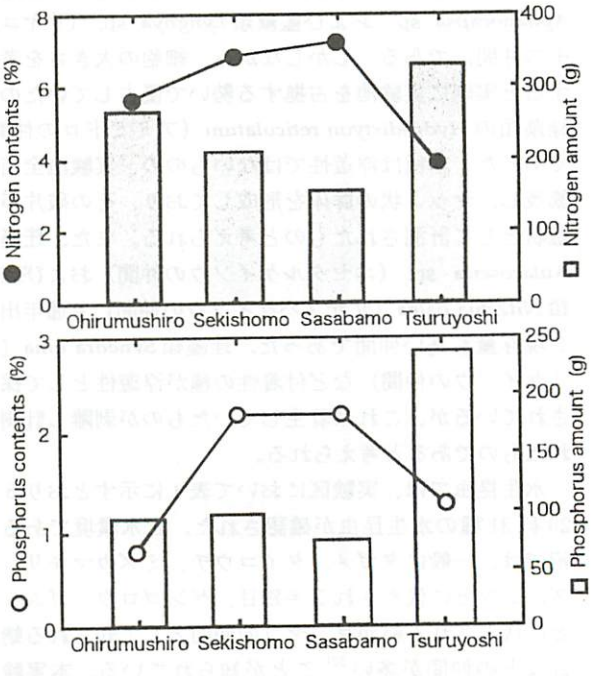


Fig.1 Comparion of Nutrients contents and amount on Plants

cm^{-2}・14 種、13,000・cm^{-2}・20 種、21,000・cm^{-2}・31 種と推移、同様に付着性動物相については、春期に 3,500・cm^{-2}・23 種だったものが、夏期、秋期、冬期にそれぞれ、2,800・cm-2・22 種、5,900・cm^{-2}・24 種、9,600・cm^{-2}・28 種と推移し、2001 年までの値と比較して年間偏差が小さく安定していた。これは実験池壁面に形成される付着藻類相が実験開始 4 年を経て安定期に達したことを示唆するものである。通常、新規に形成された水界生態系では、特定の生物の現存量が爆発的に増大することが認められ、追ってこの生物を捕食するような天敵の出現により再び現存量が劇的に減少する、さらに食物源の減少により捕食者の現存量も減少して、再び被食者の現存量が増大するというような現存量の振動現象が知られている[30]。これらの現存量の振動現象の周期は対象生物の比増殖速度に依存することが知られている[31]。本実験池でも 1999 年に実験を開始して以降、付着生物現存量は増大傾向にあったものの、現存量の減少傾向を経て、2002 年には安定した現存量を維持できるようになり、実験池内において形成される生態系が安定化しつつあることを示唆するものである。対照区では、遮光していることに起因して付着藻類の現存量は著しく低く、出現生物の種多様性も低く抑えられていた。優占種は珪藻類の *Cymbella trugidula*（クチビルケイソウの仲間）、*Nitzchia palea*（ササノハケイソウの仲間）、緑藻類の *Oedogonium* sp.（サヤミドロ）、繊毛虫類の *Vorticella convallaria*（ツリガネムシ）などであった。

浮遊生物相に着目すると、実験区において 1ml あたり 17 種・13,000 細胞の藻類、11 種・89 個体の動物性プランクトンが観察され、対照区の同 8 種・6,000 細胞の藻類、5 種・21 個体の動物性プランクトンに比較して実験区で対照区よりも生物多様度が高まった。優占種は、藍藻類 *Aphanocapsa* sp. および藍藻類 *Lyngbya* sp.（サヤユレモの仲間）である。しかしながら、細胞の大きさを考察すると実際に実験池を占拠する勢いで優占していたのは緑藻類の *Hydrodictyon reticulatum*（アミミドロの仲間）であった。本種は浮遊性ではないものの、実験池全面に繁茂し、マット状の群体を形成しており、その破片が浮遊状として計測されたものと考えられる。また、珪藻類 *Aulacoseira* sp.（ニセタルケイソウの仲間）および珪藻類 *Nitzchia palea*（ササノハケイソウの仲間）も通年出現し現存量も高い仲間であった。珪藻類 *Synedra ulna*（ハリケイソウの仲間）など付着性の種が浮遊性として採集されているが、これは着生していたものが剥離し計測されたものであると考えられる。

水生昆虫では、実験区において表 1 に示すとおり 5 目 20 科 31 種の水生昆虫が確認された。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[32]ことが知られている。本実験区においても上記の傾向が確認できた。なかでも蜻蛉目の仲間が合計 11 種出現し、これら出現したトンボ類は全てが止水性種であったことが特徴である。また、本実験区において特筆すべきはゲンゴロウの成虫を確認することができたことである。本種はオモダカなどの水生植物に産卵し繁殖することが知られる仲間である。実験区にはオモダカ類が生息していないため繁殖は困難かと思われるが、実験区から地理的に近隣に位置するヒルムシロが繁茂した農業用ため池に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個体であると考えられる。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。ゲンゴロウ成虫は水中で越冬し寿命は 2～3 年であるため、同一個体が観察されているのみであれば翌度以降、繁殖が成功しなければ出現しなくなる可能性も高いと考えられる。植栽したヒルムシロが活着し繁茂する環境を維持できればゲンゴロウのような産卵繁殖の条件が限られた仲間についても定着させることが可能になるものと考えられる。また、タイコウチの幼虫が確認できたことから本実験区において繁殖していることが明らかであるが、実験区内では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、タイコウチの幼虫が遊泳不得手であり水深 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できる。生物多様性を高める上で浅い場所の創出などがきわめて重要であることを示唆するものである。また、本実験区では、イネを食害する害虫として知られるキリウジカガンボ（*Tipula aino*）の出現も確認されている。生物多様性が高まると同種のような人間生活にとっては負の要因を持つ生物が出現することも避けられない一面である。しかしながら、場の生態系が成熟し安定していれば、耕作商品作物に危害を及ぼす種の出現も、潜在的な生態系の収束力により特定種の異常増殖を抑制可能であると考えられている。むしろこうした生態系の安定に起因した収束力を大きく発揮させるためにも、スケールメリットを発揮させうる広域な管理が望まれる。

遊泳生物については、魚類を対象にしたセル瓶を用いたトラップによる標識放流調査において、実験区で捕獲できた魚類はコイ科のモツゴ（*Pseudobora parva*）のみであった。また、標識放流法を適用するには対象とする魚類の生息密度が低く、標識後に再捕獲された個体は皆無であり定量化は不能であった。しかしながら、モツゴの生息密度が著しく低いことを確認することができた。対照区では魚類の生息は全く認められなかった。湛水から既に 4 年を経ているため、魚卵の自然移入が見込まれたが、実験開始 4 年目では魚類相は極めて貧弱であり個体密度も著しく低いものと推定される。生態系を活用し食物網を複雑化させ系の安定を図る上では、放流先河川に生息が確認されているトウヨシノボリ（*Rhinogobius brunneus*）やドジョウ（*Misfurnus fossilis anguillicaudatus*）を積極的に導入することも視野に入れた検討が必要になるものと示唆される。

表1：水生植物植栽浄化施設に出現した水生昆虫相

蜉蝣目		
コカゲロウ科	ツクバカゲロウ	*Cloën 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 major*
アメンボ科	アメンボ	*Aquarius paludum*
	シマアメンボ	*Metrocoris histrio*
ヨコバイムシ科	ヨコバイムシ	*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	*Eubrimax granicollis*
ハムシ科	ネイロネクイハムシ	*Donacia provostii*
ホソクチゾウムシ科	チビゾウムシ属	*Nanophyes* sp.
鱗翅目		
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 peregrinus*
ヤンマ科	ネアカヨシヤンマ	*Aeschnophlebia miseyera*
トンボ科	ヨツボシトンボ	*Libellula quadrimaculata asahinai*
	コシキトンボ	*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 albistylum*
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*
	オオユスリカ	*Chironomus plumosus*
カガンボ科	キリウジカガンボ	*Tipula aino*

3.4 ユスリカ類の種類と浄化に果たす役割

ユスリカ類については、その多くの種で幼虫が水棲であり、生息域や生態が極めて多様で世界中から約10,000種が報告され、日本でもおよそ1,000種が記載されている[33]。ユスリカは近縁の仲間であっても種により生息環境により個体サイズや食性、出現季節、年間世代交代数などの生活史が著しく異なり[34]、植生とも密接に関連している[35,36]ことが報告されている。このため一般論として論ずることは困難であるが、本実験区においてはユスリカの仲間としてユスリカ属のウスイロユスリカ（*Chironomus kiiensis*）、オオユスリカ（*Chironomus plumosus*）、アカムシユスリカ属のアカムシユスリカ（*Propsilocerus akamusi*）の3種の生息が確認された。これら3種のユスリカに着目して窒素・リンの持ち出し効果について検討を試みた。

四齢幼虫の体長をウスイロユスリカ12mm、アカムシユスリカ20mmおよびオオユスリカ30mm[37]、ウスイロユスリカ、アカムシユスリカおよびオオユスリカの四齢個体湿重量をそれぞれ6mg、10mgおよび15mg[38]、3種の体内成分を窒素103mg・(dry) g^{-1}、リン10.3mg・(dry) g^{-1}と見積もり[36]、乾重・湿重比を0.19[37]と仮定するとウスイロユスリカ幼虫1個体は窒素117 μg、リン11.7 μgを、アカムシユスリカ幼虫1個体は窒素196 μg、リン19.6 μg、オオユスリカ幼虫1個体は窒素294 μg、リン29.4 μgをそれぞれ羽化により実験池から系外排除することに貢献していると見積もることができる。ウスイロユスリカでは実験池壁面に付着した円筒型巣の密度が100cm^2あたり80個体、実験池底面で同3個体であった。営巣しないアカムシユスリカでは、実験池表面積100cm^2あたり60個体であった。池底にU字型やJ字型の巣穴を形成して生息していたオオユスリカは100cm^2あたり13個体であった。このことから、ウスイロユスリカでは実験池の池側壁面に86,000個体、池底面に42,000個体で合計128,000個体、アカムシユスリカでは水面積140m^2換算で840,000個体、オオユスリカでは面積140m^2換算で182,000個体が最大生息数と見積もられる。ここで、年間世代数を春から秋まで出現するウスイロユスリカで6回、冬期のみに出現するアカムシユスリカで1回、4・6・10月の年3回の羽化が確認されたオオユスリカで3回として、先の窒素・リンに換算すると、ウスイロユスリカでは窒素90g・年$^{-1}$、リン9g・年$^{-1}$を、アカムシユスリカでは窒素168g・年$^{-1}$、リン17g・年$^{-1}$を、オオユスリカでは窒素107g・年$^{-1}$、リン16g・年$^{-1}$をそれぞれ実験池から系外排除することに貢献していると計算することができる。両種を合算すると年間最大値として窒素360g、リン42gがユスリカの羽化により系外排除なされていると算定することが可能である。

これまでの研究により、ユスリカ類が体内蓄積している窒素・リン含量は変動する[39]ことが知られているため本試算値は指標と考えられる。ユスリカ類が浄化に果たす役割を検討する上で、試算された値をもって総合評価を検討することとした。本実験区は先の水質浄化能解析により年間除去総量が窒素22,600g、リン1,800gと見積もられている。すなわち、ユスリカ3種による窒素・リン浄化最大見積もり量は、図2に示すとおり総浄化量に対して窒素で1.6%、リンで2.3%に相当する量となる。

実際には、ユスリカの全個体が羽化に成功する訳ではなく、魚類などの高次捕食者に捕食され現存量を低下させること、羽化に失敗して死滅することなどで多くの幼虫が失われることが知られている。霞ヶ浦では、底生性のギンブナやハゼ類などが動植物プランクトン、稚魚、エビ幼生、イサザアミ、ミミズ類と併せ、ユスリカ類も捕食しており、4-5月を除外した1年中消化管内にユスリカが見いだされること[38]が知られている。特にハゼ類にチチブおよびテナガエビがユスリカ幼虫を好適な食物源としていること[40]、諏訪湖における動物プランクトン食魚であるワカサギの消化管内のユスリカ類の湿重量組成が31-99%にも達すること[37]などが報告されている。また、カイミジンコもユスリカ類を捕食することが報告[41]されている。このようにユスリカ類を捕食する生物の生息密度が高い場所においては4齢幼虫が成虫に羽化できる割合は約20%にすぎない[37]という報告もなされている。本実験池に生息するモツゴの消化管内容物を精査

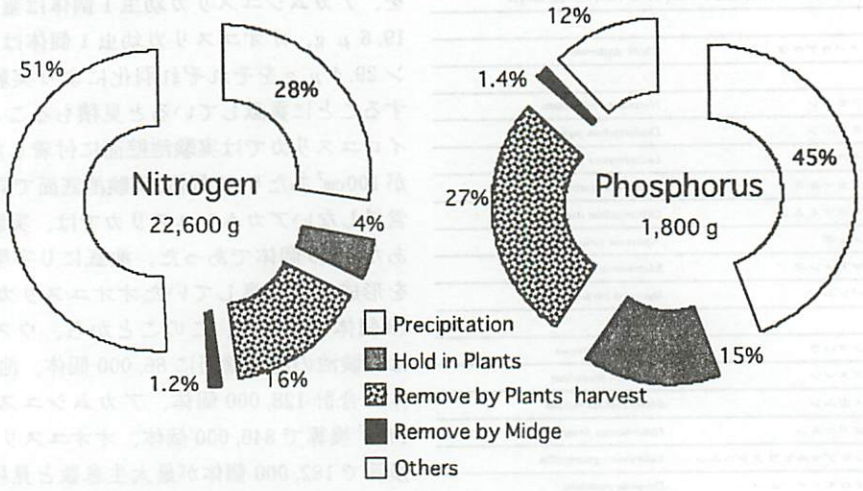


Fig.2 Ratio of Nutrients removals at Aquatic plants purification system

したところ、ユスリカ類の捕食を確認することはできなかった。このため霞ヶ浦や諏訪湖などのようにユスリカ類を好適な食物源とする魚類が多数生息する水域に比較するとユスリカ類の高い羽化率が達成されており、先の試算値に近いユスリカ類の羽化に起因した窒素・リンの系外排除効果が発揮されているものと考えられる。実際に下水処理場の塩素混和池ではアカムシユスリカが積層化して高密度に生息し、その生息密度はコンクリート壁面 1cm² あたり 11,000 個体に達するという報告[17]もなされている。また、幼虫の摂食活動に起因した窒素・リンの水中への回帰など、浄化と逆に富栄養化を促進するはたらきも指摘[37]されている。同時に、幼虫による潜掘が底質に酸素供給を促し底質中の窒素・リンの溶出に影響を及ぼすなど、さまざまな要因が複雑にからみっていることも事実である。開放系において精度高く評価することは困難と考えられるが、ここで得られた結果は可能性として見積もられる最大値であることに留意する必要がある。以上の如く、ユスリカ類が、水生植物植栽浄化施設において窒素・リン除去に及ぼす貢献度を量的に評価できた。

なお、図2においてリンに比較して窒素でその他の比率が51%と大きいのは脱窒反応により窒素ガスとして消散した分が包含されているためであること、また、リンについては沈殿等の比率が44%と大きくなっているが、これはリン蓄積菌等による菌体内保持が包含されているためではないかと考えられる。このような特性を有する本浄化法のスケールを考慮した概念は図3に示すとおりである。すなわち、小さな面積にて水生植物植栽浄化法を適用しても、ひとたび被植栽植物を食害する害虫が発生すると植栽が壊滅的な打撃を受け自然治癒不能に陥る可能性がある。しかしながら広大な面積で植栽を実施した場合には、これら植物が創出する生態系ピラミッドの底辺が広がり、このことが食害をもたらす生物の天敵を誘引定着化させうること、換言すればピラミッドの積層を高め、場に生息する生物現存量の総量を高めることにつながり、食物網の複雑化、系の安定化、外圧に対する自己修復力の増大化を可能せしめるものであると考えられる。このような背景から、水生植物植栽浄化法の適用にあたっては、導入当初から大規模な導入を実施することが重要であると考えられる。

4. まとめ

高知県土佐町相川にて実施された水生植物植栽浄化法の浄化施設における生物相調査により、同法において植栽した水生植物が創出するニッチに生息空間を見いだし定着した各種生物の実態の一部を明らかにすることができたが、得られた結果は以下のようにまとめられる。1) 本実験区において1年間に除去された総量は窒素 22,600g、リン 1,800g であること、同時に対照系の評価から、このうち窒素 6.300g(28%)、リン 800g(44%)が物理的沈殿などにより場に留まった分、すなわち植栽した植物が直接寄与しない分であることが明らかとなった。2) 植栽した植物の生育に伴い植物体として実験区内に保持されていた窒素・リン量は、それぞれ 1,060 g (47%)、440 g (24%) であること、維持管理により実験区から人為除去された植物体由来窒素・リン量

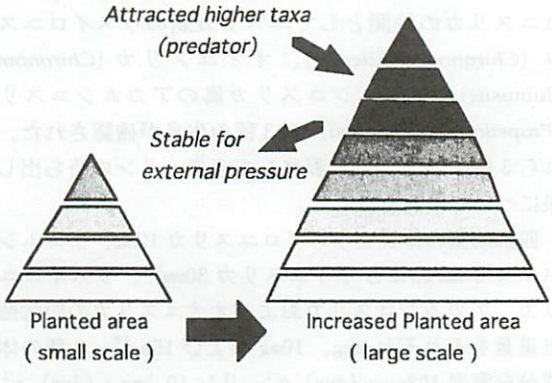


Fig.3 Concept of stabirization on ecological pyramid at Aquatic plants purification system

は、それぞれ4,120 g（18%）、1,010g(56%）であることが明らかとなった。3）実験区において高い現存量を示した3種のユスリカ（ウスイロユスリカ、アカムシユスリカ、オオユスリカ）については、その羽化により系外排除された窒素・リン量の最大見積もり値は、それぞれ360g（1.6%）、42g（2.3%）であると評価された。4）水生植物植栽浄化法では、これまで植物体に保持蓄積され、刈り取り収穫管理により窒素・除去がなされると評価されてきたが、その全体に占める比率は3分の1以下であることが明らかとなった。5）水生植物植栽浄化法では、ユスリカ類の他にも、数多くの水生生物が生息場所を得ており、これら多様な生物が食物網を通じて、水生昆虫のトンボ類などのヤゴの羽化などを通じて、またオタマジャクシの成熟してカエルとなり陸生化することを通じて、それぞれ場の物質循環に大きく関わっていることが推察された。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。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もの以外にとっては、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、止水環境に依存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。本調査において、ため池型の実験池が水生昆虫に止水環境として生息空間を創出し、場の潜在力に応じて生物種の誘因効果を発揮することが検証できた。水生植物植栽浄化法を中山間地域に適用するにあたっては、植栽区が創出する生物生息空間を周辺環境と有機的に結び付けて活用できる様に配慮し、より多様な生物からなる複雑な、すなわち安定的な生態系の構築に寄与できるようにすることが重要な位置づけになるものと考えられる。

今後、水生植物植栽浄化法において出現頻度の高い生物群に着目し、その生物群の場生態系における位置づけと処理の効率および安定性との関係について評価・解析し、本報でその他、いわゆるブラックボックスとして扱われた部分を明らかにすること、さらに地域の自然度を高め市民への憩い安らぎの場・子供達の遊び場を提供しうるという評価の難しい付加価値についても考慮入れた総合評価を推し進めるという視点がますます重要な位置付けになるものと考えられる。

（原稿受付 2006年3月23日）
（原稿受理 2006年4月13日）

参考文献

1) 岡田光正他編(1999)環境保全・創出のための生態工学，丸善，東京．
2) 稲森悠平，西村浩，須藤隆一（1998）生態工学を活用した水環境修復技術の開発動向と展望，用水と廃水，40（10）7～18.
3) 縣和一，宋祥甫（2002）水質浄化と水辺の修景，146pp. ソフトサイエンス社．
4) 岡田光正：湿地（Wetland）の水質浄化機能，水環境学会誌，17（3）142～148（1994）
5) 高柳正弘，林紀男，桑原享史(2003)エコシステムとしてのフロート式水耕栽培浄化技術の開発と評価．日本水環境学会シンポジウム．神戸
6) 尾崎保夫、長峰徹昭、高砂裕之：有用植物を用いた農業集落排水二次処理水の高度処理，用水と廃水，43(4)318-322 (2001)
7) 尾崎保夫：有用植物を用いた生活排水の資源循環型浄化システムの開発−合併処理浄化槽の処理水を水耕培養液とした新たな取り組み−，農業および園芸，76(4)490-496 (2001)
8) 阿部薫：植物-濾材系水路による付加価値型水質浄化，農業電化，54（4）2-7（2001）
9) 中里広幸：植物の水耕栽培で水を浄化する総合システムビオパーク方式，植物による環境負荷低減技術，（株）エヌ・ティー・エス（2000）
10) 北詰昌義，野口俊太郎，島多義彦，倉谷勝敏：人工湿地による水質浄化，用水と廃水，40(10)51～57（1998）
11) 近藤繁生，橋本碩(1978)農業用溜池の水質とユスリカ類の種多様性について，Medical Entomology and Zoology,29(1),29. 日本衛生動物学会．
12) 松澤みちよ，谷崎樹生，中本信忠，平林公男(2002)浄水場ろ過池に生息するユスリカ幼虫数の季節変動，Medical Entomology and Zoology, 53(2),112. 日本衛生動物学会．
13) 緒方一喜，佐々学，小崎敏弘(2000)ある下水処理場におけるユスリカの発生動態，Journal of Japan Sewage Works Association. Research journal 37(454),146-160. 日本下水道協会．
14) 中野敬一(1994)飲料水用高置水槽に発生したユスリカ，家屋害虫 16(1),38-40.
15) 平林公男(2001)室内プールから発生するユスリカの生態とその防除，水 43(15 620),24-29. 月刊「水」発行所．
16) 太田早苗，山本央，佐藤元昭，渡辺和男(2003)下水再生水におけるユスリカ問題の解決事例について，Journal of Japan Sewage Works Association. Research journal 40(484),146-157. 日本下水道協会．
17) 皿谷哲男，森忠洋，松本利通（1984）下水処理場におけるユスリカの生態とその発生防止，用水廃水ハンドブック（4）773-777. 産業用水調査会．
18) 福原晴夫(1993)イトミミズ及びユスリカ幼虫による底泥からのリンの溶出と藻類の増殖に及ぼす影響：ミクロコスムによる実験的検討，新潟大学教育学部紀要．自然科学

編 34(2),89-95.
19) 星川和夫，中田規和子 (1996) 松江市のドブ川におけるユスリカ数種の羽化消長と栄養塩類の系外排除 (生活史 環境保護), 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 (40),88. 日本応用動物昆虫学会 .
20) 岩熊敏夫 (1984) 霞ヶ浦における底生動物の分布と二次生産及びユスリカの湖内物質移動における役割について，国立公害研究所報告 51, 103-140.
21) 河合幸一郎，川井敏子，今林博道 (2000)Polypedilum 属ユスリカ数種の水環境浄化能の比較，Medical Entomology and Zoology 51(2), 87-93. 日本衛生動物学会 .
22) 河合幸一郎，川井敏子，今林博道 (2003)*Chironomus* 属ユスリカ 5 種の水質浄化能の比較，Medical Entomology and Zoology 54(1),37-42. 日本衛生動物学会 .
23) 平林公男，花里孝幸，小河原誠，佐久間昌孝，中本信忠 (2003) 富栄養湖沼から発生するアカムシユスリカ *Propsilocerus akamusi* (Tokunaga) の長期的観測：成虫大量羽化予測の試み，Medical Entomology and Zoology 54(1), 89-96. 日本衛生動物学会 .
24) 平林公男，沖野外輝夫 (1999) 富栄養湖におけるユスリカ成虫大発生のメカニズムとその防除対策，Journal of Japan Society on Water Environment 22(5), 359-364. 日本水環境学会 .
25) 地域資源循環センター（旧称：日本農業集落排水協会）(2006) 生態系活用型処理施設整備マニュアル . (印刷中)
26) 桑原享史、林紀男、稲森悠平 (2005) フロート式水耕栽培浄化法における水生動物誘引の効果 . (投稿中)
27) (財) ダム水源地環境整備センター (1994) 水辺の環境調査 . 483pp. 技報堂 . 東京 .
28) 玉井信行，水野信彦，中村俊六 (1993) 河川生態環境工学 魚類生態と河川計画 . 258-568. 東京大学出版会 .
29) 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 . (未発表) (利用許可：16 高下水第 497 号)
30) 日高敏隆 (2000) 水と生命の生態学 水に生きる生物たちの多様な姿を追う . pp.268. 講談社 . 東京 .
31) 山本護太郎，伊藤猛夫 (1973) 生態学講座 15 水界動物生態学 I . pp.95. 共立出版 . 東京 .
32) 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 .
23) 平林公男，中本信忠 (2001) 水辺におけるユスリカ類に関する研究の現状とその課題，日本生態学会誌 51(1),23-40. 日本生態学会 .
34) 田中英文 (2002) 佐々学 ユスリカ文献集，Medical Entomology and Zoology, 53(4),285-299. 日本衛生動物学会 .
35) 平林公男，中本信忠 (2000) 富栄養湖周辺域におけるユスリカ成虫の休息場所としての沿岸植生の役割，水環境学会誌 23(9),572-578. 日本水環境学会 .
36) 近藤繁生 (1987) 沈水植物がユスリカ類に及ぼす影響について，Medical Entomology and Zoology 38(2),139. 日本衛生動物学会 .
37) 近藤繁生・平林公男・岩熊敏夫・上野隆平 (2001) ユスリカの世界、306pp. 培風館 .
38) 岩熊敏夫 (1986) 霞ヶ浦沖帯におけるユスリカ幼虫の密度と現存量の変動 . 霞ヶ浦全域調査資料 . 国立環境研究所 . 53-79.
39) 外岡健夫 (1999) 霞ヶ浦北浦産ユスリカ幼虫及びイトミミズの窒素及びリン含有量について，茨城県内水面水産試験場調査研究報告 (35),83-86. 茨城県内水面水産試験場 .
40) Iwakuma, T. and M. Yasuno (1983) Fate of the univoltine chironomid, *Tokunagayusurika akamusi*, at emergencee in Lake Kasumigaura, Japan. Arch. Hydrobiol. 99. 37-59.
41) 近藤繁生 (2001) カイミジンコ類 2 種 (Ostracoda : Cyprididae) のユスリカ幼虫捕食行動について，Medical Entomology and Zoology 52(2),160. 日本衛生動物学会 .

［四万十・流域圏学会誌　第5巻 第2号　43－50　2006］

＜論　文＞（ポリシー・ペーパー）

アジアモンスーン地域・沖積平野の地下水利用と保全政策の比較
―（その1）基本的な枠組み・関東平野の地下水と保全政策―

辻　和毅*

Comparative study of groundwater use and preservation policy on the alluvial plains, in Monsoon Asia
- (Part 1) Basic Framework of the study on the Kanto Plain, Central Japan -

Kazuki Tsuji*

*Fuji Grouting Engineering Co.Ltd.,2-9-29,Daimyo,Chuoku,Fukuoka,810-0041,Japan

Abstract

This paper comprises a comparative study of groundwater and its preservation policy on the alluvial plains in monsoon Asia, such as Hanoi, Mekong Delta, Ho Chi Minh and Chao Praya. The Part 1 deals with the Kanto plain in central Japan, which has undergone groundwater hazards in earlier stage due to excessive abstraction of groundwater. Consequently the measures and policies to mitigate the hazards have been expedited for long term. Such procedure and framework of the experiences are historically integrated from the viewpoints of geohydrology, groundwater use, hazards and preservation. A final outcome of the paper aims to propose a sustainable management policy scenario of groundwater resources applicable to the other Asian plains in future, though regional conditions are precisely contemplated later.

Key words : monsoon Asia, alluvial plain, Kanto plain, groundwater hazard, regulations, preservation policy

1．本論の目的

本論は、アジアのモンスーン地域における沖積平野の地下水保全政策について比較研究を試みたものである。数多い沖積平野のなかで、代表的なハノイ平野、メコンデルタ、ホーチミン平野、チャオプラヤ平野を取り上げた。これらはいずれもユーラシア大陸の縁辺に位置し、人口が集中する平野である。まずそれらの地域の地下水の現況という自然側面を概観し、地下水の利用とその障害、さらに地下水保全の政策という社会的側面に焦点を絞り、その相違点を比較しながら今後地下水資源を有効に活用し、管理・保全する施策の方向性とシナリオについて考察している。

東南アジアではインドネシアやフィリッピンなど島嶼部にも沖積平野は存在するが、帯水層を含む地層は新しい地質時代に噴出した火山砕屑物を挟むことが多く、ここに抽出した平野とは地質の成り立ちが異なるので本論中には取り上げない。

モンスーンは季節に応じて定期的に一定の方向から吹く風の意味である。モンスーンはその地域に乾期と雨期をもたらすため、年間を通して安定した水資源を供給する際に大きな影響を与える。ここでは水資源の一つである地下水が乾期や渇水時において果たす重要な役割についても考える。

これらの平野はいずれもモンスーンの影響を受けながら、基本的には湿潤地域を流域にもつ大きな河川の下流域に位置している。その形成の地質や地形発達史と現在の形態は様々だが、地質時代や帯水層構造を含め共通する点が多い。

一方、これらの平野には人口が稠密で、農業や商工業の生産活動が活発に行なわれている。そのため地下水が多量に利用されて社会の発展に寄与してきている。その反面、近年地下水の過度の汲み上げにより各種の地下水障害が発生して関係者がその対策に心を砕いていることも共通している。

本論をとりまとめるに当たって、基本的な視点を体系化するためまず日本の代表的な平野である関東平野を選び、その地下水の状況、および保全への取り組みを整理し、論点の枠組みを構築したうえで他との比較検討を行なう。なぜなら、関東平野では地下水の開発の歴史が古く、その後の地下水障害が他地域に先行して発生した。このため、障害を回復するための対策をすでに実施済み、あるいは実施中である事例を数多く学んでいる。それらの事例には成功例と失敗例があるが、その両面から他地域と比較するうえで参考になる点は多いと考えるからである。

今後本論の考察をもとに各平野の地下水に係る問題をさらに深く比較研究することによって、地下水を将来も有効に利用してゆく管理運営のための政策のシナリオを提示する端緒が開けるものと考える。

2．基本的な現状の認識と課題

ここに取り上げた平野について地下水問題を取り上げる場合、次のような現状と課題が指摘できると思われる。まず、現状は以下の通りである。

①地下水はモンスーンアジアにおいて、特に人口が集中する沖積平野において、安全で清浄な水資源として貴重である。

＊不二グラウト工業株式会社調査部　810-0041 福岡市中央区大名 2－9－29

②地下水は必ずしもすべての平野において水資源のなかで量的に大きな割合を占めるものではないが、生活用水については地下水に対する依存度は非常に高い。
③平野では河川水が主要な水資源となっているが、河川は乾期と雨期による季節変動があり、予期せぬ渇水が到来し、また水質の劣化によって供給面で不安定さを伴う。
④河川水は貯水池の建設や配水の施設、加えて水質浄化のコスト面から供給に至るまで多額の投資が必要で、また実施までに時間がかかる。
⑤その点、地下水は地下水が賦存する沖積平野においては、渇水年や乾期でも安定した水資源として利用価値が高い。しかも供給地と消費地が直結しており、比較的安い投資で効果がすぐに現れる利点がある。灌漑農業用水は大規模な水源を必要とするため、別の考え方が必要である。
⑥また、水質が比較的よく、季節を通して水温が安定している利点がある。
⑦井戸を掘削して地下水を利用する際、水利権や法律的な問題が比較的少なく利用しやすい。

次に、課題は、以下の通りである。

①その一方で、とりあげた平野では近年過剰な地下水開発により種々の地下水障害が発生している。
②その障害のありようは地域によって様々だが、将来も持続的に利用するため、地域それぞれで現在対策に苦労している。
③対策の政策立案の基本となる法律や指針の整備は、各国で足並みが揃っていない。

したがって、これまで経てきた日本の経験と施策を基本的視点として、取り上げた地域をいろんな面から比較検討して、モンスーンアジアの地下水資源の現況と問題点を整理することは有用である。日本の経験は上記の3点の課題の軽減に役に立つと思われ、次のように要約される。

①日本はいち早く産業が発展し人口が増加した。特に第二次世界大戦後地下水の開発とのちに発生した地下水障害を他に先行して経験した。
②現在、日本ではこれらの障害に対して対症療法的な規制の段階を過ぎ、環境保全の一環として地下水管理と有効利用に積極的に取り組む段階にきている。

その結果を組み入れて今後適正な管理方策を考えていけば、地下水を将来にわたって持続的に安全に利用していくため、共通する施策の方向性とシナリオが浮かび上がってくるのではないかと思われる。同時にその際地域性に配慮することは必須である。

以下に、まず関東平野を取り上げ、地下水の開発、障害の発生とその軽減や克服の歴史的変遷を整理する。

3. 関東平野

3.1 地域の概況

関東平野は日本列島のほぼ中央に位置し、1都5県に跨った日本で一番広い代表的な平野である。平野は東西に約 75 km、南北に約 75 kmの拡がりをもち、約 5500 km²の面積である。海岸部には埼玉、千葉、神奈川各県と東京都があり、内陸部に茨城、栃木、群馬の各県に約 40 百万人の人が住んでいる。他の平野と比較する場合の目安として、広さは東京から平野の最上流の前橋までほぼ 100 kmであり、その標高差は 100m ほどである。この地形勾配はほぼ 1/1000 に相当するが、他の平野と比較すると 10～40 倍となりかなり急である。関東平野の年間降水量は 1470mm で、6 月の梅雨と 7 月～9 月の台風襲来時に集中し冬季は少ない。

3.2 水理地質

関東平野の地下には新生代の中期以降、急激な沈降が始まって大きな堆積盆地が形成され、古生代以降の基盤岩の上に堆積物が 2000～3000m も厚くたまった[1]。これらの海成堆積物が三浦層群や上総層群と呼ばれる地層で天然ガスやかん水を含んでいる。新生代後期になると、堆積盆の沈降の場は平野の中心に北上し、浅海性から内湾性の地層となる。その末期には大規模な海進により、堆積盆は急激に埋積されていった。これらは下総層群と呼ばれ、地層は礫を含む砂層や粘土層の頻互層で、良好な帯水層となっている。その厚さは最大で 400～500m である。

3.3 関東平野の地下水開発と利用

関東平野における大規模な地下水開発は、京浜臨海地域で工業用水の取水から始まった。それは第二次世界大戦以前から始まっていたが、とくに取水量が増加するのは戦後である。取水は下総層群やそれ以浅の帯水層が対象であった。また、1951 年から東京や千葉で上総層群に含まれる大量のかん水が揚水され天然ガスが採取された(**Fig. 1**)[2]。上位の淡水の地下水と下位の天然ガスかん水の二つの地下水が多量に取水された結果、地盤沈下と塩水浸入の地下水障害が発生した。

現在の地下水利用は、関東平野の範囲で正確な数字は把握しにくいが、山梨県を含めた関東圏における近年の利用量は、

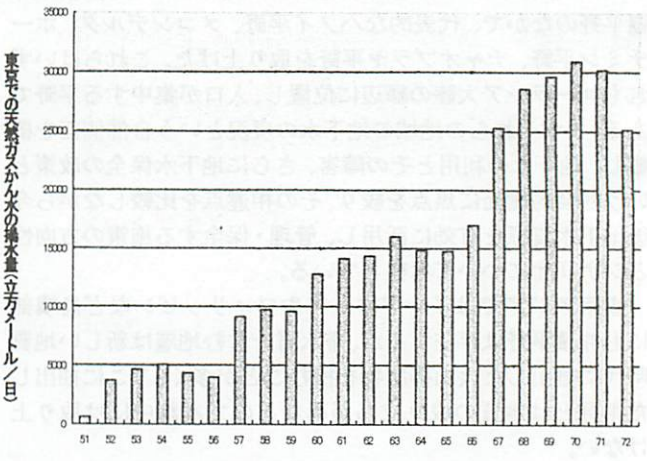


Fig. 1 Abstraction of Natural Gas Contained Brackish Groundwater in Tokyo

生活用水は関東平野の海岸部（埼玉、千葉、神奈川各県と東京都）で 148 万 m³/日、内陸部（茨城、栃木、群馬、山梨各県）で 118 万 m³/日で、合計 266 万 m³/日である[3]。生活用水に使用する地下水の、全水資源に対する依存の度合いは海岸部で 12.3%、内陸部で 42.5%となり圧倒的に内陸部で依存度が高い[3]。同圏全体では地下水利用は水資源全体の 19.1%を占め、全国平均の 12.5%より高い。

3.4 関東平野の地下水障害—地盤沈下と塩水浸入

戦後の産業復興とともに水需要が急増し、地下水も例外ではなかった。とくに京葉臨海地域では、深さ 30～40m 以浅の不圧帯水層とより深い（深度 400m まで）被圧帯水層から地下水が揚水された。加えてさらに深い被圧帯水層から天然ガスかん水が揚水された。その結果これらの帯水層の地下水位は大幅に低下し、挟在するシルト層や粘土層が圧密沈下を起こし、地表面が沈下する地盤地下が発生した。江東区など東京や千葉の湾岸では、いわゆる“ゼロメートル地帯”が出現し、ビル建物や井戸の抜け上がり、洪水と高潮による冠水を被災した。東京の江東デルタ地帯だけでも堤防のかさ上げや水位調節のための樋門の建設など、復興にかかった費用は官庁と民間を合わせて 820 億円以上にのぼる膨大な額であった[4]。

Fig. 2 は日本の代表的地点における地盤沈下累積量の 20 世紀 100 年間の経年変化を示している[5]。非常に簡潔な図だが、関東平野を含めて日本の地下水開発の“生き証人”として重要なことを語っている。

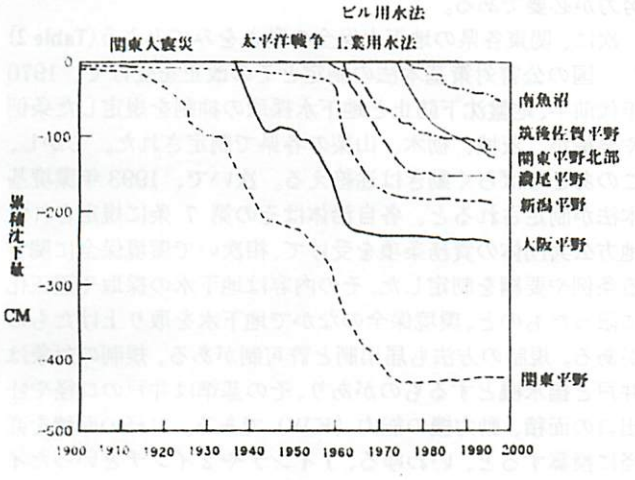


Fig. 2 Accumulative Land Subsidence at Representative Areas in Japan in 20th Century

日本では古来手軽な生活水源として、地下水を利用する地の利に恵まれてきた。明治時代以来、産業振興に努め近代国家として道を歩んできた。20 世紀に入って西洋の井戸掘削や揚水技術を導入し、地下水を盛んに利用してきた。しかし当時地下水は水法上の明確な規定がなく、事実上私有権の範囲にあったため大都市周辺では開発が無秩序に急激に進み、下記に述べるような苦い経験をした。

東京では地盤沈下が発生した。それが広い範囲におよぶことは、関東大震災（1923 年）のあとに実施された精密水準測量の結果発見され、一世紀間の沈下累積は東京で 4.5m に及んでいる。大阪の地盤沈下も京都丹後地震（1927 年）のあとの測量結果によって広域的に確認された。しかし地盤沈下は第二次世界大戦中緩やかになった。これは工場の操業停止による地下水位回復の結果と思われ、図らずも地盤沈下は地下水位の低下による粘性土層の圧密によるとする和達説の正しさを証明した[6]。

戦後、京浜、大阪や名古屋の湾岸地域の地盤沈下は台風による大規模な高潮災害で、ようやく地下水規制の動きへと具体化した。1960 年代、産業の復興と共に再び地下水の揚水が始まり、地下水位が低下するに従って地盤沈下は急速に進行し、社会問題となった。その結果、1956 年の工業用水法（1962 年改定）と建築物用地下水の採取の規制に関する法律（通称ビル用水法、1962 年)の制定によって、京浜、名古屋、大阪などの指定地域の地下水揚水は規制されたが、すぐに実効はあがらなかった。これは地下水から河川水への工業用水の水源転換と、用水を回収再利用するまでに時間がかかったためである。1965 年から 1973 年間の工業用水の回収率の伸びは、36.3%から 62.0%と 25.7 ポイントも急上昇した[3]。地盤沈下が止まり停滞から回復に転ずるのは、法律施行から 10 年後、ほぼ第 1 次オイルショックの時（1973 年）と符合する。しかし、地盤沈下は、指定地域を外れた周辺の関東中央～北部や新潟など地方分散化の傾向が出てきた。これらの地域では地方自治体が条例や要綱を定め、地下水の取水規制を始めた。しかし必ずしも完全に規制の目標に達している訳ではない。

さらに、現在でも地盤沈下が完全に収束していないことは、1984 年、1988 年、1994 年の渇水時に地下水の利用が増加すると、また繰り返し沈下地域が広がっていることからよく分る(**Fig. 3**)[7]。佐賀・白石平野は主に渇水時に農業用水が緊急に揚水された例であるが、生活用水でも同じことが行なわれたと思われる。

これは、逆に言えば地下水が渇水時の水源として頼りにされていることを如実に示している。地盤沈下が決して決着した過去の問題ではなく、現在の問題であることと、地下水が渇水時の水資源として重要であるという両面から再認識を迫る資料である。2004 年の 2cm/年以上の沈下地域は大部分が千葉県内でその面積は 149 km²に及ぶ。九十九里平野と千葉県北部では天然ガスを含むかん水は、ここ 5 年間を通して 55 百万 m³/年と最盛時の 6 割が依然として取水されており、これが原因と考えられている[7]。

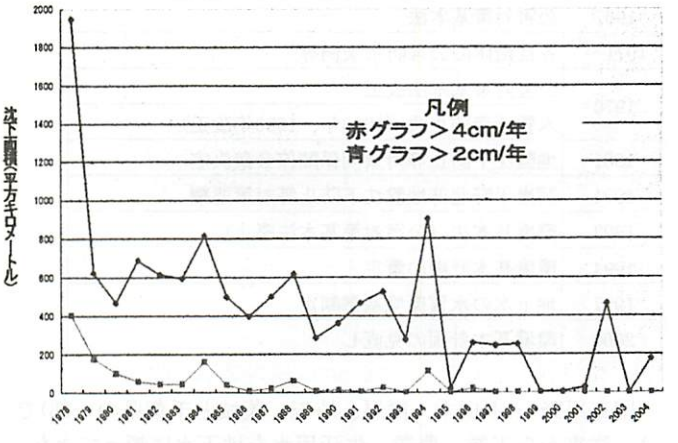


Fig. 3 Annual Change of Land Subsidence Area in Japan

地下水位の低下によって地盤沈下が進行していた時期、沿海部の帯水層では地下水の塩水化が同時に発生した。通常、沿海では比重の大きい海水がくさび状に淡水の地下水の下位に浸入して、その境界は静水圧的にバランスした地下深度にある。内陸で地下水位が急激に低下すると、このバランス

が壊れ塩水が地下浅い部分まで浸入した。

3.5 地下水保全

今まで述べてきたように、関東平野では地下水開発に伴って地下水位が低下し社会的災害が発生したが、これに対して対策が敏速に図られたとは言いがたい。特に1960年代に入って経済が復興するとともに、被害は京浜、愛知や大阪等の大都市沿岸部では工業地帯で拡大していった。国の法律によって最初に地下水の使用に規制がかけられたのは、1956年に制定された工業用水法による工業用水であった（**Table 1**）。

しかし、同法の目的は「工業用水の合理的な供給を確保し、工業の健全な発達に寄与すること」と規定され、あわせて「地下水の水源の保全を図り、地盤の沈下の防止に資すること」とかかげられた。さらに同法は地域を指定した特別法であったこと、代替水源が確保されるか、あるいは1年以内に導入される地域に適用された[8]。また既設の井戸は1年間に限りみなし許可が与えられた。このため、工業用水の確保が優先され、地盤沈下は鎮静化しなかった。

同法は1962年に、事項決定の迅速化を図るため、工業用水審議会の設置を規定した第三章が削除され、使用者に対する緊急措置は、「地下水の採取量を減少すべき旨を指示する」から「命ずる」（第14条）に改正されるなど、工業用水の確保から地盤沈下の防止に向けた改定がなされた。こうして同年に制定されたビル用水法と共に地盤沈下と塩水浸入に対する抑止効果を挙げ始めた。工業用水法は適用地域を南関東・東京湾岸地区や伊勢湾地区、大阪湾岸等の10都府県に、ビル用水法は埼玉、千葉、東京、大阪の4都府県に特定した対症療法的な特別法であった。これは後に法律の適用を受けない周辺地域に地下水障害が波及する要因ともなった。

Table 1 Laws and Regulations for Groundwater Preservation in Japan

年	法律等
1956	工業用水法
1962	工業用水法改正
	建築物用地下水の採取の規制に関する法律
1967	公害対策基本法
1971～	各自治体の公害防止条例等
1970	公害対策基本法改正
	水質汚濁防止法（1989年、1990年改正）
1981	地盤沈下防止等対策関係閣僚会議決定
1991	関東平野北部地盤沈下防止等対策要綱
1993	環境基本法（公害対策基本法廃止）
1994	環境基本計画の策定
1997	地下水の水質環境基準制定
2000	環境基本計画の見直し

関東平野一円(栃木、群馬、埼玉、茨城と千葉県の一部)では、従来から工業、農業、生活用水を地下水に頼ってきた。1956年に法的な規制が首都圏で始まると、指定地外の関東地域で地下水の使用が増加し、地盤沈下地域も拡大していった。このような事態に対し、国は1981年の地盤沈下防止等対策関係閣僚会議決定に基づき、地盤沈下防止等対策要綱による指導で、関東平野地盤沈下防止対策要綱（1991年）を関係県知事に通達した（**Table 1**）。この通達が関東地方では、閣議決定から10年を要したのは地元との調整が難しかったことを伺わせる。下記の濃尾平野や佐賀・白石平野と比べて6年も遅れている。

さらに、要綱は各県の行政の努力目標であって法的拘束力がない。この要綱では対象地域は地下水位低下、地盤沈下や塩水浸入の障害の恐れのある保全地域と周辺の観測地域の二地域に分かれる。保全地域では取水目標値が掲げられて一応の規制がある。関東平野では1980年代後半には保全と観測の両地域で36百万 m^3/日もの取水があったが、そのご規制効果が現れしばらく減少傾向にあった。

しかし近年は保全地域では2000年目標が4.8億 m^3/年に対し、2002年までのここ4,5年間、5.2億 m^3/年で推移し目標を大きく上回っている。同じように同上の要綱で関係各県が取水量を規制されている濃尾平野と筑後・佐賀平野（両者は1985年通達）ではいずれも目標値を下回っているのとは対照的である。この要綱に定められた3地域は2005年に連絡会を設置し、地下水の規制目標を現行通り（関東は1991年決定、濃尾と佐賀・白石は1995年改正）とし、5年ごとに評価を見直すことで合意した[7]。地盤沈下が、関東に集中している現状から、当該地域での地下水取水の削減に向けた努力が必要である。

次に、関東各県の地下水保全の動きをみてみよう(**Table 2**)[9]。国の公害対策基本法の制定とその改正を受けて、1970年代前半、地盤沈下防止と地下水採取の抑制を規定した条例や要綱が、茨城、栃木、山梨の各県で制定された。しかし、このあとしばらく動きは途絶える。次いで、1993年環境基本法が制定されると、各自治体はその第7条に規定された地方公共団体の責務条項を受けて、相次いで環境保全に関する条例や要綱を制定した。その内容は地下水の採取や適正化に限ったものと、環境保全のなかで地下水を取り上げたものがある。規制の方法も届出制と許可制がある。規制の対象は井戸と揚水機とするものがあり、その基準は井戸の口径や吐出口の面積、動力機の能力（KW）である。口径の面積を直径に換算すると、いわゆる、1インチや2インチといったインチ管の基準径を少し上回った数字が、規制値となっている。規制対象や許可基準に井戸の深さやストレーナーの設置深度を明確に規定した条例もある。井戸の用途に応じて規制外としたものもある。

Table 2 Prefecture Ordinances and Regulations for Groundwater Preservation in Kanto District

都・県	条例・要綱	制定年	主な内容（規制地域、規制方法、対象井戸、許可基準、その他）
茨城県	公害防止条例	1971	県全域、届出制、地盤沈下に係る特定施設ポンプの吐出口＞19cm2（直径約5cm）
	地下水の採取の適正化に関する条例	1976	指定地域、許可制、灌漑用＞ポンプ吐出口125cm2（直径約12.6cm）、その他＞50cm2（直径約8cm）、地下水位低下は不許可、緊急時は取り消し措置
栃木県	公害防止条例	1972	公害の中に地盤沈下が含まれると定義のみ
	地下水揚水施設に係る指導等に関する要綱	1993	全域、届出制、井戸＞6cm2（直径約2.8cm）、農業用の深さ＜30mは除く、指導・採取量の報告義務
群馬県	生活環境を保全する条例	2000	告示による指定地域、届出制、井戸＞19cm2（直径約5cm）、農業用で深さ＜50mは除く、採取量の報告

埼玉県	生活環境保全条例	2001	指定地域（第１種、第２種）、許可制、井戸＞6cm2（直径約5.2cm）、ストレーナー深度＞650m、井戸＜21cm2は許可、勧告命令
	地盤沈下緊急時対策要綱	2002	地下水利用者、東部、西部、中央部、東北部、低下地下水位によって注意報と警報を発令
東京都	都民の健康と安全を確保する環境に関する条例	2002	奥多摩、桧原、島嶼を除く全域、基準適合制、ポンプ出力＞300W・＜6cm2、＞300W・6～21cm2、＞21cm2（直径約5.2cm、許可基準はポンプ出力、ストレーナー深度が地域で細かく指定、勧告命令
千葉県	環境保全条例	1995	指定地域、許可制、井戸＞6cm2（直径約2.8cm）、井戸＜21cm2（直径5.2cm）、ストレーナー深度は地域により250～650m以上で許可
	地盤沈下防止協定	1973、81、86、91	天然ガス溶存地下水が対象、天然ガス採取者との協定、内容は井戸削減、排水量削減
神奈川県	生活環境の保全等に関する条例	1998	指定地域の事業者、許可制、井戸＞56cm2、井戸の断面積の合計＜22cm2、ストレーナー深度＞100m、ポンプ＜2.2KW、命令
山梨県	地下水資源の保護及び採取適正化に関する要綱	1973	指定地域（適正化地域第1種、2種）、指導、公共用を除く10m3/日の井戸、10～1000m3/日は市町村、>1000m3/日は知事指導

これらの内容からみえてくる、関東地方各県の地下水保全の特徴は次の通りである。

① 地下水利用や、地下水障害の状況に応じ、保全の考え方に地域差がある。

②地盤沈下被害が現在も進行し、あるいは進行する恐れのある南部の自治体（茨城県、埼玉県、千葉県、神奈川県、東京都）は、地下水採取には指定地を設定し、規制方法は許可制とした。また井戸やストレーナーの深度の規定、揚水機の規制値が明確であって、科学的な裏づけに基づいた数字と考えられる。

③東京都は既に述べた国の二つの法律の指定地域に含まれるため、新規井戸の設置基準はこれらの法律と同一としている。

④農業用の井戸が多い栃木県、群馬県、茨城県では、農業灌漑用の多くの既設井戸は、深さや口径の規制値から判断して、条例の対象から除外されていると推測される。規制も指導や採取量の報告義務はあるが、届出制であり南部の都県に比べ規制は緩い。

⑤千葉県や東京都が設けた井戸やストレーナーの規制深度は、水理地質の項で述べたように、帯水層にかん水が含まれる深度であり、実際に新規に掘削することはまれと思われる深さである。2005 年東京都荒川区で掘削中に火災事故を起こした井戸は、1500mの深さで天然ガス層に遭遇したのが原因で、温泉を目的とした井戸であった。

⑥千葉県の九十九里と北総地域のガス田は国の法律の指定地域外である。千葉県の条例では鉱業用井戸は規制対象となっているが、現況のストレーナーの深度は許可基準より深いと思われ対象外になる。さらに井戸口径は基準を超えていると思われるから、操業を続けている井戸はみなし許可を得たものであろう。重要産業の保護もあり、県として協定という形が現在の段階でとり得る最大限の取水抑制対策のように思われる。

⑦これは関東地方の条例等に限ったことではないが、地下水は環境基本法とその実施要項となる環境基本計画に則って、その保全は表流水を含めた水環境の一環として捉えられ、水収支の数値目標が明らかにされ、実効的な管理に向けてすでに動きだした段階にきていると考えられる。後に述べる熊本地域がその良い例である[10]。

4. 地下水管理政策の変遷に関する考察

これまで述べてきた日本における地下水開発と地下水障害への対策、地下水に対する社会的な認識と施策の歴史的な変遷を **Fig. 4** にまとめ、以下に考察する。全般的に供給側からの視点で考察しているが、需要側の対応についても適時述べている。

また、**Fig. 4** の左側の欄は、地下水を開発する側の側面であり、右側は開発に対する反作用や対策を中心にまとめている。以下の説明文の数字①～⑤は **Fig. 4** の数字の流れにほぼ対応する。括弧内の年代はおおよその変遷の目安を示したものであるが、地域や事業、実施機関によって変わり、また当然重複する期間がある。

①井戸単位での開発と地下水障害（～1970 年頃）

当初、地下水開発は井戸の水理学に基づき、1 本の井戸の地下水量と降下水位との関係で「限界揚水量」[11]が決められそれと水質が調査された。そうして井戸が個々別々に開発され先行した井戸から優先的に揚水された。井戸掘削による地下水開発は比較的容易で安価であったことと、表流水を利用した工業用水の整備が遅れたため、とくに恒温で清浄な水を必要とした工場は個々に独立して長い間開発を進めた。その結果、大都市沿岸など井戸が集中する地域が現れ、過剰な地下水低下が広域にわたって起こり、地盤沈下や塩水浸入等の障害が各地で発生し大きな社会問題となった。

②地下水揚水の法的規制や人工涵養が試みられた時代（1960 年頃～1980 年頃）

これに対し、国はまず大量の地下水を利用していた工場の揚水を規制するため法律を制定し、各地方自治体は 10 年ほど遅れて 1970 年代初め相次いで条例を制定した。しかし最初の法律であった工業用水法は地域限定で、代替水源が確保できる地域という工場側の事情を配慮した特別法であったため、制限を受けない周辺地域や地方に同じ障害が波及する結果をもたらした。条例もみなし認可で既得権は守り、新規の開発は井戸の吐出面積に応じた届出制や許可制の範囲内であったため、実質的に量的な規制までは至らなかった。

ここから学びうる重要な教訓は、地下水問題の根本的な解決のためには、地下水盆単元で地下水流動を把握し、水収支を算定して地下水盆で総量規制することの必要性であった。

一方、公共事業として工業用水や流域下水道の建設が進み、使用者に水の利用料に加え排水料という二重の負担がかかること、工場排水は指定有害物質の総量規制という形で公害対策基本法で規制されたため地下水の揚水量に抑制効果を上げた[12]。需要サイドではさらに、大量消費者であった工場は水のリサイクル施設に投資する等の企業努力により利用量を抑制した。ここでは、水が産業の発展に大きな役割を果たしてきたことと、水のもつ経済性が利用に対して大きな抑制効果をあげることを教えている。とくに、表流水による

代替水源への転換と回収水利用の促進が果たした抑制効果は日本の経験として貴重な示唆を与えている[3)]。

現在タイでは地下水法（1977 年制定）によって、国が工場から利用料金を徴収している。1984 年から開始されたが、当初十分な削減効果をあげなかったため、現在まで価格は改定され漸次値上げされた。細かい内容は本論では省くが、地下水の利用に顕著な削減効果が現れたのは、その料金が水道料金に近づいた時点であった。現在その料金は地下水の利用が多い低地チャオプラヤ平野では 8.5 バーツ（23 円）/m³である。ちなみに、日本の工業用水の平均的な料金は 25 円/m³[33)]であるから、物価から比べるとタイの地下水料金は随分高いように思われる。この例は水道を含む水資源の利用を抑制する料金制度を考える時に、非常に重要なことを教えている。すなわち、代替ないし同等の水源の料金に近くなるまで、安い地下水は利用されるということである[13)]。

一方、この時代日本では利用抑制だけでなく、地下水の人工的な強化策として、人工涵養や雨水浸透が試みられた。井戸注入や平地に拡水する、雨水枡を利用するなどの方法であったが、いろいろな技術的問題やコスト面で今日まで継続してうまく機能している例はほとんどない。

さらに、1974～1975 年頃日本で地下水の法的な位置づけをめぐって地下水法に関る論議が盛んに行なわれた[10)]。しかし関係する省庁間の調整がつかず、結局現在まで制定に至っていない。

Fig.4 の①と②のあいだに縦に示した矢印は①が進行した時間と、②の対策がとられた時間に、時代的なギャップがあることを示しており、これが長ければそれだけ、地下水障害の問題は大きくなり、回復への投資も膨大なものになったことは、過去の経験が教えている。

③　地下水盆単元での地下水収支の評価（1980 年頃～1990 年頃）

地下水障害は被害が顕著な大都市周辺の地域では緩和したものの、規制外区域へ波及する傾向は続いた。このため、根本的に地下水問題を解決するためには、地下水を井戸の揚水量や新規掘削の規制だけではなく、地下水盆単元で把握する重要性が認識された。新しく開発された水収支と地盤沈下モデルを組み込んだシミュレーション手法によって、地下水流動が広域的な水循環の一環として捉えられ、「安全揚水量」[12)]という概念が生まれた。こうして、障害の対症療法的な対策から、障害の予測や予防へ踏み込んだ段階に入った。

④　流域の水循環を考慮した持続的開発（1990 年頃～2000 年頃）

一連の規制や対策によって地下水障害は緩和したが、地下水が貴重な水資源であることに変わりはない。地下水を主要な水資源とする地域では、地下水位の低下や湧水の減少、地盤沈下といった問題を緩和しながら、持続的に利用する方策を考え始めた。また親水空間や生態系を考慮した地下水や湧水の重要性が社会的に認識された。旧公害対策基本法やそれに代わった環境基本法に則り、地方自治体では地域に適応した条例や要綱を制定し、それに基づいて実効的な地下水管理を進めるようになった。そのなかでは地下水を流域単位の水環境の一単元として捉え、取水の抑制や中止勧告に留まらず、その保全を流域の後背山地や土地利用にまで踏み込んでより具体的な方策を規定している。

法律の内容に新たな条項を盛り込む、いわゆる条例の「上乗せ条例」については議論があるが、「最近では環境規則に関する条例については、これを禁ずる規定がない限り、（中略）上乗せ条例の合憲性を認める」[14)]とある。次に述べる熊本県と熊本市の場合、その規定内容は具体的で実効的な地下水管理を進める上で、法的な裏づけを与えられている。

⑤　自然の水循環と人間生活の調和　（2000 年代）

最近では、地下水の保全に関して、単に水理地質的な安全揚水量の考え方から、社会経済的な条件を加味した「許容揚水量」[12)]という考え方のもとに、地下水盆管理が行なわれている。熊本県の地下水保全条例の第 1 条に示されるように、「地下水が欠くことのできない地域共有の貴重な資源である」[15)]という基本認識のもとに、地下水揚水の抑制のみならず、上流域の地下水浸透を守る土地利用、強化に結びつく人工涵養を地域住民の合意の下で進めている。

全市の水源を 100%地下水に依存（32 万 m³/日）する熊本地域では、熊本市が水道事業の一環として、地下水盆の上流地域の水田や畑を助成金を支払って借り受け、非灌漑期に表流水を張ることによって新たに人工涵養を 2004 年から始めた[10)]。

これは昔から存在する流域の自然な水循環（表流水～灌漑施設～土地利用）を生かした形であり、無理がなく継続性が期待される事業である。また、熊本市民のアンケート調査によれば、地下水を守るために、新たな金銭的負担をしてもよい（いわゆる Willingness to pay）という結果があり[16)]、地域住民への啓蒙と意識も地下水保全を推進する重要な要素であることを示している。

いわば、地下水は自然も人も「流域ぐるみ」で取り組む問題であって、地下水の利用や強化が、自然の水循環や人の生活パタンと結びつくかたちとなったとき、初めて持続的な有効利用が達成されると思われる。

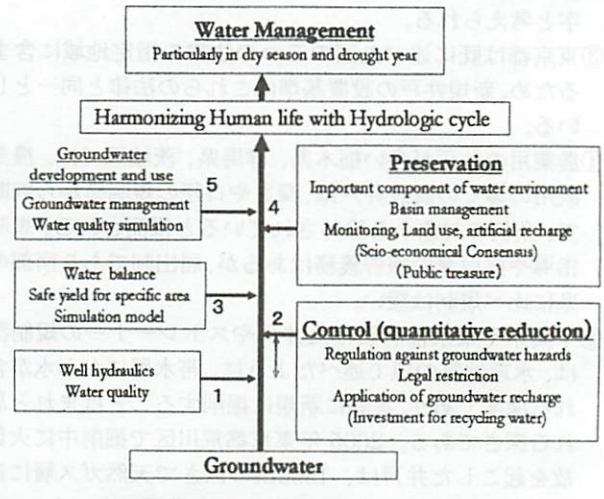


Fig.4　Basic Concept for Sustainable Use of Groundwater from Supply Side

5.　考えられる問題解決のシナリオ

これまで関東平野を例として日本の地下水の開発・利用と地下水障害とその対策、そして保全にいたる長い間の歴史と経験を簡潔に述べた。本論の最終的な目的は、日本の例とアジアの各沖積平野の地下水を比較検討し、その結果地下水障

害を発生させないか、あるいはすでに発生した地域では緩和させながら、今後地下水を持続的に利用するための政策シナリオを考えることにある。基本的な視点はそこにあるから、今の段階で考えられる地下水保全の政策シナリオは、1つの試案である。根幹となる考え方は大きく変わることはないが、今後各平野を本論と同様な形で整理し、比較検討した段階で各地の具体的な状況を明らかにし、それを踏まえながら最終的なシナリオを完成させる予定である。ここでは、関東平野の経験から学び、各平野に共通すると思われる点を抽出しながら考察する。

（1）沖積平野に賦存する循環更新性地下水の適正利用量の把握

地下水問題の基本は地下水の器である水理地質構造を明確にし、地下水盆を正確に理解することにある。そのうえで、地下水位、地盤沈下、水質変化など長年のモニタリングデータを用いて、地下水盆と流域単元での水収支シミュレーション解析を行ない、地下水障害を発生させない適正な揚水量を算定する必要がある。適正量の算定には取水の地域性や帯水層の深さなど 3 次元的な配置を考慮する。水理地質構造解析のうえでは、各平野は関東平野と地質時代的に共通する部分も多く、関東平野の例は参考になる。一つの例として、第四紀の最終氷期とその後の縄文海進は、各平野において埋没谷を形成し、そこに賦存する帯水層と残留塩水の分布を考えるうえで重要な情報を提供している。

（2）地下水障害の緩和のための地下水利用量の抑制

（1）の結果を踏まえ、地下水障害がすでに発生しているところでは、緩和するため数値目標を設定する。具体的には地下水量であり、地下水位である。これには供給側と需要側から、具体的な対策を明示した案が提出されることが必要である。そのためには代替水源の確保や取水場所の分散・再配置、土地利用計画のなど都市・農村政策と財政的な措置が裏づけられなければならない。地下水料金の徴収には法律の整備が不可欠である。地下水開発は必ず水位の低下を伴なうので、低下によって発生する負荷をどこまで許容するかは、関係者間で社会・経済的なコンセンサスが必要である[12]。

（3）乾期と雨期の水資源分配による持続的利用

地下水の保全のためには、モンスーン地域の特徴である雨期と乾期の表流水の流況の違いをうまく利用し、雨期に地下水を使用せず温存することも考えられる。これにも表流水の水質浄化や配水施設の裏づけが十分でないと、うまく機能しない。財政的な負担が大きいであろう。実際タイの低地チャオプラや平野では、上流域にダムをもつナクホンサワン堰で、1年間に 60 億 m^3（1650 万 m^3/日）の表流水量が確保されるか否かで、その年の水資源の分配が決定されている。雨期には基本的に地下水は利用しないことになっている。

（4）循環型地下水の地下水強化（農村型の人工涵養）

各沖積平野で人口が集中する都市の後背上流地域には広大な水田が広がっている。水田が大きな浸透能力をもっており地下水を涵養していることは良く知られたことである[17]。この雨水による自然の涵養に加え、乾期の灌漑期にも涵養されているから、年間を通して地下水位をモニターすることによって、より効率的に浸透面積を移動・増加させる工夫はできる。この点は循環型地下水の大きな利点である。タイのスチャリット教授のグループはチャオプラヤ川の右岸上流域でこの研究を現在進めている。

（5）都市の洪水対策・都市計画との整合性（都市型の人工涵養）

タイチャオプラヤ平野の下流に広がるバンコック東北部では、浸水被害に悩まされている。さらにその下流では工業地域があり、地下水の過度な揚水によって地盤沈下が発生している。このため、タイは洪水の流入を防ぐための外周堤防（キングスダイク）の建設と、遊水地としての水田（グリーンベルト）の保護を実施した[18]。また、低平地を保水地域に指定し、都市開発を禁止した。

これは、都市周辺の地下水盆の上流に地下水の人工涵養池を造ったことにほかならず、今後地下水位の観測などで効果をモニタリングすることを勧めたい。

（6）需要側の節水努力を促す助成策や補助金

需要サイドからは、工場に水のリサイクルや節水型機器の導入が、水道供給側には漏水の低減が求められる。いずれも財政的な負担を強いるものであるため、助成策が必要である。

謝辞

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

（原稿受付　2006 年 3 月 25 日）
（原稿受理　2006 年 5 月 4 日）

参考・引用文献

1) 楡井久（1988）地下水の容れものと水の流れ. 地下水資源をめぐって，アーバンクボタ，27,8 - 15.
2) 近藤精造（1980）地盤沈下の歴史と現況. 関東堆積盆地をめぐって，アーバンクボタ，18,42 - 44.
3) 国土交通省（2004）日本の水資源，平成 16 年度版，313pp. 国立印刷局，東京
4) 柴崎達雄（1976）略奪された水資源，248pp 築地書館，東京.
5) 環境省(2004) 平成 16 年度版 環境白書，平成 14 年度全国の地盤沈下地域の概況
6) 和達清夫・廣野卓蔵（1942）西大阪の地盤沈下について（第 3 報），災害研報告
7) 環境省・水・大気環境局（2006）平成 16 年度全国の地盤沈下地域の概況，地下水技術，48，1，3 - 30.
8) 金沢良雄（1960）第六章地下水法，pp. 150 - 156. 水法. 法律学全集 15. 有斐閣，東京
9) 環境省（2006）
http://www.env.go.jp/water/chikasui_jiban.html
10) 辻和毅（2005）日本の地下水法制と地下水盆管理，四万十・流域圏学会誌，4，2,3－10.
11) 村下敏夫（1976）地下水要論，pp. 56-75. 昭晃堂，東京
12) 水収支研究グループ（1993）地下水資源・環境論，350 pp. 共立出版，東京
13) 安井正巳（1970）水の経済学，日本経済新聞社，東京
14) 松村弓彦（1999）環境法. 第一章序説，pp. 1－49. 成文堂，東京.
15) 熊本県（2000）地下水保全条例
16) 朝日新聞（2003）「阿蘇の地下水新税で守れ」，5 月 29 日
17) 市原実ほか（1987）日本の平野，pp. 60-92，平凡社，東京
18) Komada, K. & Matsushita, J. (2006) Appropriate Flood-Protection Measures under Rapid Urbanization, 高知工科大学 21 世紀 COE プログラム，1-6.

[四万十・流域圏学会誌　第5巻 第2号　51－60　2006]

＜論　文－ Original Paper ＞

Impact of Emergent Aquatic Vegetation on the Water Quality of Ishiduchi Reservoir in Kochi Prefecture, Japan

Abdoul Nasser IBRAHIM*, Yasushi MABUCHI* and Masahiro MURAKAMI*

* Kochi University of Technology, 185 Miyanokuchi Tosayamada-cho Kami-gun Kochi, 782-8502, Japan

Abstract

The environment of water quality and aquatic plant in the Ishiduchi flood retention reservoir, which is located in the Tochi Newtown in Nangoku city at Kochi prefecture, were examined through March 2002 to December 2004 to prevent the eutrophication problems of shallow semi-artificial lake. The nutrient (N, P) level of the Ishiduchi reservoir is high, while the COD is kept at low level to compare with some typical lakes in Japan, owing to 1) the dilution effect by surface run-off from high rainfall with 2,500 mm per annum with an average hydraulic retention time of about 3 months and 2) the extensive vegetation coverage of aquatic plants on the reservoir's surface. The extensive aquatic plants in the reservoir, which covers a half of water surface, could prevent the eutrophication problems by increasing the shadow effect and absorbing the nutrients. The aquatic plant is a key element to sustain the eco-system and water quality environment of the Ishiduchi reservoir.

Key words: Chlorophyll, Turbidity, Nutrients, Eutrophication, Regulation standards.

要旨

高知県南国市十市ニュータウン内に位置する石土池調整池の富栄養化問題に予防的に取り組むために、2002年3月から2004年12月にかけて水質環境・水界植生調査を実施した。石土池調整池は、代表的な日本の湖沼と比較して栄養塩(N, P)濃度は高いレベルにある一方で、年間2, 500㎜に及ぶ大量の雨が流入する希釈効果によりCODは相対的に低いレベルに押さえられている。石土池の表面積の約半分を占めている水生植物群は栄養塩類を吸収・吸着する他、水面の影の効果により光合成ポテンシャルを低減させ、アオコ等の発生を予防する効果があるため、水質的には富栄養(N, P)状態にありながらも水草を軸とした豊な生態系と水質環境が保全されている。

1. INTRODUCTION

In densely populated watersheds, the streams flowing into lakes and reservoirs commonly act as pathways for nutrient-rich effluents. The lakes and reservoirs are sinks of pollutants in this context. The Ishiduchi reservoir is one of such water bodies, which is located at the center of Tochi Newtown.

Ishiduchi reservoir is the major flood retention reservoir in Kochi Prefecture with a surface area of 25ha, which occupies about 10% of the catchment area. The reservoir was principally designed to protect the surrounding residences from the recurrent floods of the Tochi River during the rainy season. The mean water depth of the reservoir is about 2.5m. Land use of the Ishiduchi watershed consists of urban zone of 30%, forest zone of 30%, lake zone of 10%, and others.

The reservoir's water quality has been deteriorating by steps since early 1990s owing to the pollutants and sediments from the point and non-point pollution sources in the catchment. During the summer season, the reservoir is widely covered with *Eichhornia crassipes*, a floating type of aquatic plant known as "water hyacinth". During winter season a huge biomass of the dead vegetation sinks to the bottom of the reservoir and form a thick muddy organic-rich sludge mat, depleting the dissolved oxygen, re-suspending the nutrients, and reducing the reservoir's storage capacity by steps.

Kochi prefecture's government is investigating the counter measures to protect and/or restore the water quality and sustain the rich ecosystem in the Ishiduchi reservoir, taking into account the natural purification capacity of aquatic plants in the reservoir. As part of this effort, a sound water quality monitoring, which is indispensable to understand the seasonal dynamics of the reservoir, is carried out from March 2002 to December 2004. Water quality parameters are COD, T-N, T-P, turbidity, chlorophyll, and aquatic vegetation cover, which have been monitored at 8 sampling stations in the reservoir. This field survey aims to identify the relationship between the purification potential of the aquatic plants and the water quality in the reservoir.

2. THE STUDY AREA

The Ishiduchi reservoir (Fig. 1) was originally a natural pond with an area of 5 ha having its inlet from the neighboring mountain springs. Therefore, the nature of the reservoir can

*高知工科大学大学院 〒782-8502　高知県香美郡土佐山田町宮の口 185

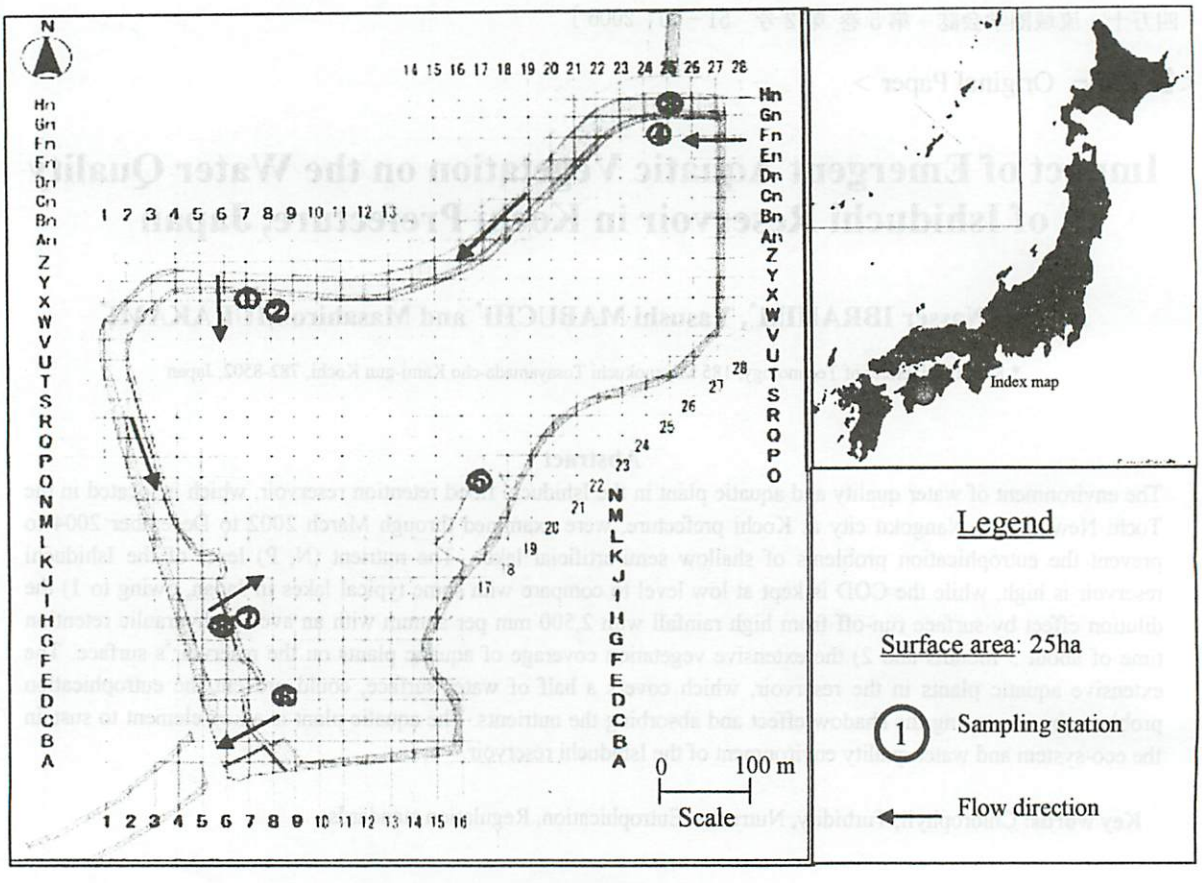


Fig. 1 The study area and sampling location

be viewed as a semi-artificial water body. The Tochi River drains a surface runoff with some suspended solids and pollutants from the catchment (see Fig. 1).

A recent study (Kameda, 2005) shows that the amount of nutrients measured at the inlet of Ishiduchi reservoir is as low as 1mg/L for total nitrogen (T-N) and 0.01mg/l for phosphorus (PO_4-P). These results suggest that the eutrophication process in the reservoir is principally owing to the nutrients accumulated in the bottom sediments with muddy sludge.

3. MATERIAL AND METHODS

3.1. Sampling

Water samples of 544 in total were collected from the Ishiduchi reservoir since April 2002 up to December 2004. All the samples were collected at the water surface at less than 20 cm depth. In case of raining event, the sampling is carried out after a few days to avoid the dilution effect from direct precipitation and inflow from the catchment. The water quality was analyzed both in the field and laboratory. Sampling stations 1 to 8 (see Fig. 1) were regularly monitored since April 2002. Water quality parameters, which were measured at the monitoring stations, include water temperature (Temp. in °C), pH, Specific Conductivity (SpCond in mS/cm), water turbidity (Turbidity in NTU), Dissolved Oxygen (DO in mg/l), Chemical Oxygen Demand (COD in mg/l), Total Nitrogen (T-N in mg/l) and Phosphates (PO_4-P in mg/l), as well as Chlorophyll concentration (Chl. in μg/l).

3.2. Monitored parameters

The following water quality parameters are monitored at the 8 sampling stations in the Ishizuchi reservoir. The parameters variation ranges over one year monitoring are shown in Fig. 3, and their monthly average values are shown in Figs. 4 and 5.

- **Water temperature,** is a basic important factor in water quality analysis because it directly influences other parameters such as DO and BOD, and controls the spatial and temporal distribution of phytoplankton and other aquatic species in the ecosystem. The water temperature was directly measured in the field using the YSI-6600 water quality logger.

- **pH** of the water samples was measured in the laboratory within maximum 1 hour after the water sampling, using a pH-meter. Aquatic life may not be sustainable off the pH range between 5.0 and 9.5.

- **Dissolved Oxygen** The dissolved oxygen in the reservoir is supplied from the atmosphere, the submersible aquatic plants, and algae through the process of photosynthesis during daytime. The DO was measured using the YSI 5000/5100 DO meter.

- **Chemical Oxygen Demand (COD)** refers to the amount of oxygen that is directly or indirectly consumed by both organic and oxidizable inorganic compounds in the reservoir. The COD is measured by titrimetric method with $KMnO_4$. The analytical method is described in standard methods in ASTM (1981). The COD is a principal indicator of water quality in the lake system.

- **Biological Oxygen Demand (BOD)** refers to the amount of oxygen consumed by bacterial activity. The BOD is measured by difference between the sample's DO

concentration at the day of water sampling and the DO concentration of the same sample after 5 days incubation at 25 C. The BOD is a principal indicator of water quality in the river system.

- **Total Nirtrogen and Total Phosphorus** were measured by colorimetric method using laboratory test kits. In this procedure the sample is treated with reagents to produce a color reaction, generally in proportion to the amount of the measured substance (Total Nitrogen, or Total phosphorus...). The sample's color is then compared against color standards representing known concentrations of the substance being tested using a LASA 20 colorimeter.

- **Total Chlorophyll** is most commonly used to estimate the phytoplankton biomass within an aquatic ecosystem. Most reported chlorophyll-a concentrations of algae are in the range between 1 and 2% of their dry weight (Reynolds, 1984). The *Chlorophyll* measurement is usually performed by spectrophotometry and fluorometry. The accuracy of both methods depends on the sample solution matrix and the equation used (Lorenzen et al., 1980; and Write et al., 1997). An alternative method is simply to report the amount of total chlorophyll pigments resident in a given water sample (Golterman and Clymo, 1971). A similar approach is adopted in this work using a water quality logger type YSI-6600 that measures the *in-situ* total chlorophyll on the basis of chlorophyll fluorescence property.

- **Turbidity** is an important factor that can affect the productivity in aquatic environment (Schindler et al., 1972; Tanner et al., 1993; Scheffer et al., 1997). This parameter is usually measured in the field using the secchi disk. However, in shallow water body such as the Ishiduchi reservoir, the bottom can be seen at a depth of less than 1 to 2m. The secchi-depth under such condition cannot be measured at the monitoring stations 1 to 8. The turbidity was measured optically using the YSI-6600 water logger in this study. The YSI-6600 turbidity sensor measures the average volume of light scattering over a defined angular range. Both particle size and concentration of suspended solids as well as dissolved solids can affect the reading.

4. Results and Discussion

4.1 Water quality status of Ishiduchi reservoir

The analytical results are statistically averaged to obtain annual mean values, which are shown in the whisker plots (see Fig. 3) along with the maximum and minimum values for each parameter. The water quality criteria, which are defined by US Environmental Protection Agency (US EPA 1998; US EPA 2000), are applied for screening the data. Water temperature, pH, and turbidity vary widely throughout the sampling period (see Fig. 3), but generally their annual mean values are rather homogenous. The pH parameter is consistent with the EPA criteria for fair to good water quality, except for monitoring stations ST1, ST6, and ST7 where the values are higher than 8.6 (very alkaline water). Many studies have argued that an increased algal productivity can lead to increased pH, owing to the removal of carbon dioxide and the production of carbonate in the water column during active photosynthesis.

Mean water turbidity, chlorophyll concentration, and dissolved oxygen concentration are rather low as shown in Fig. 5. A negative correlation exists between the chlorophyll concentration and the dissolved oxygen concentration except for sampling station ST3.

Except for ST1, the maximum values of the DO concentration for all other stations is below 8 mg/l, the EPA threshold value, suggesting that water in the Ishiduchi reservoir has a fair quality.

It is generally admitted that the dissolved oxygen problems arise within the water column of lakes through the decomposition of organic matter (Carney, 1999). In the case of Ishiduchi reservoir, the excessive growth of emergent type aquatic vegetation creates dissolved oxygen problems in 3 different ways:

(1) The collapse of the aquatic vegetation, most obviously in winter, which places dead biomass within the water column, exerting an oxygen demand as the decomposition process takes place;
(2) The shading effect the emergent aquatic vegetation has on algae at lower depths. Effectively blocking sunlight from reaching those lower depths shifts the biological process of the deeper algae from oxygen production to oxygen uptake through respiration.
(3) The growth stemming from primary productivity is driven during daylight hours by sunlight, but the resulting biomass reverts to oxygen demanding respiration during the night.

Fig. 2 shows a correlation between the T-N and chlorophyll concentrations at the 8 monitoring stations in the period from May to August. The T-N concentrations range from 1.7 to 2.13 mg/l at sampling stations ST1 to ST8, while the chlorophyll concentration range from 9 to 25μg/l except for ST2 and ST3 with respective concentrations of 62 and 75μg/l. The phytoplankton peak in the period from May to August is accompanied by a decrease in nutrients concentration. From this correlation, it can be argued that the major amount of T-N is absorbed in the phytoplankton in the period from May to July. The mineralizable fraction of the T-N which is directly assimilated by the phytoplankton is not measured in this study. Compared to the T-N concentration the mineralizable nitrogen could show stronger correlation with the chlorophyll concentrations.

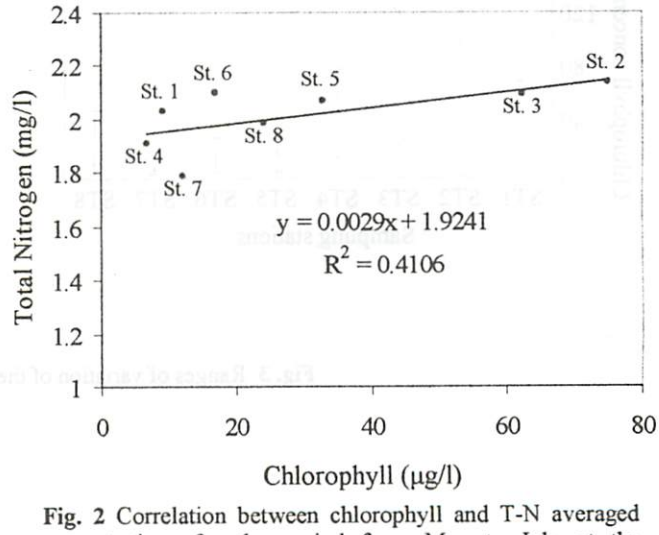


Fig. 2 Correlation between chlorophyll and T-N averaged concentrations for the period from May to July at the monitoring stations.

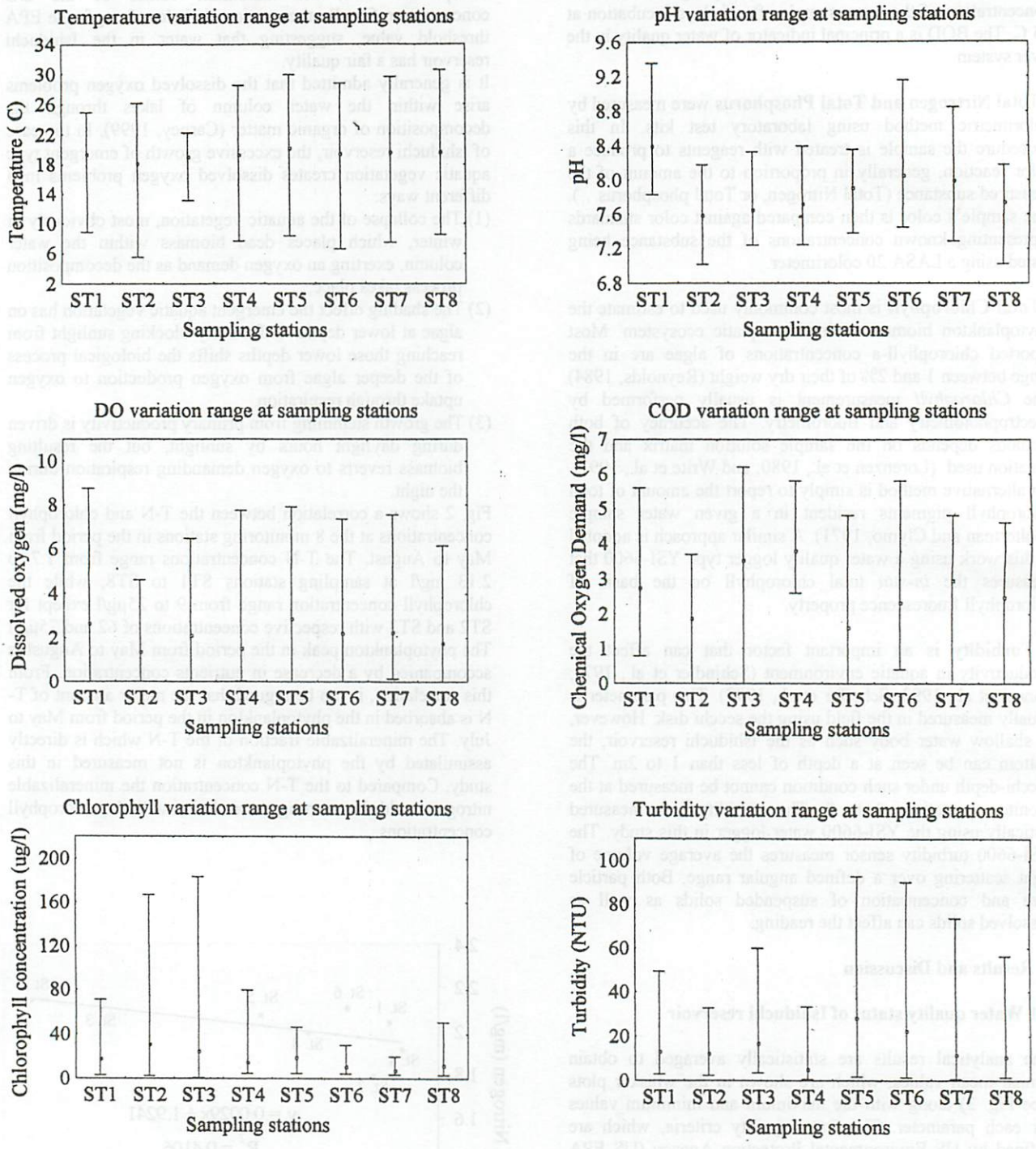


Fig. 3 Ranges of variation of the physical water quality parameters

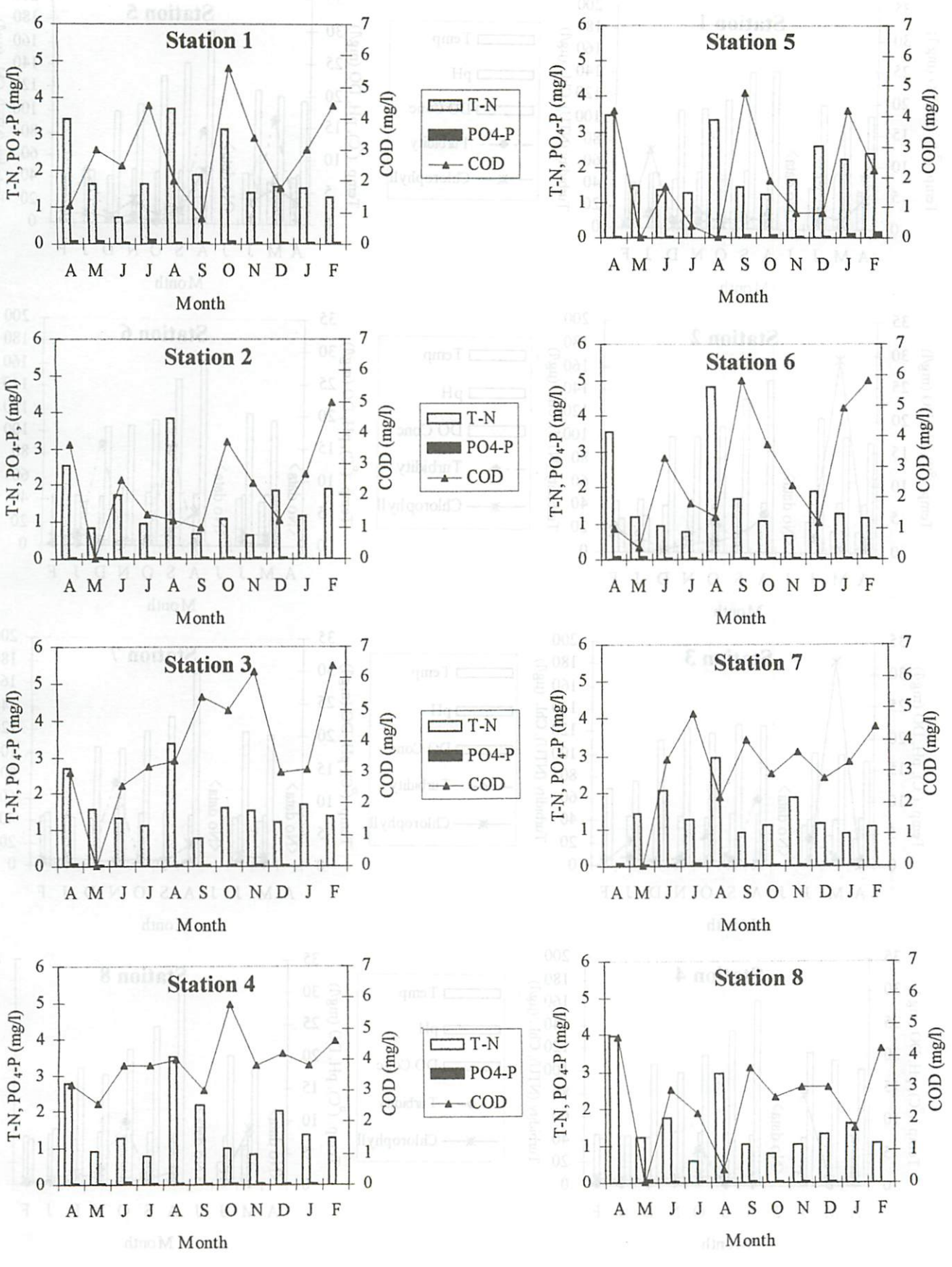


Fig. 4 Seasonal dynamic of the nutrients and chemical oxygen demand in the Ishizuchi reservoir's water column. The principal vertical axis on the left represents the Nitrogen and Phosphorus concentrations in mg/l. The secondary vertical axis to the right represents the COD concentrations in mg/l

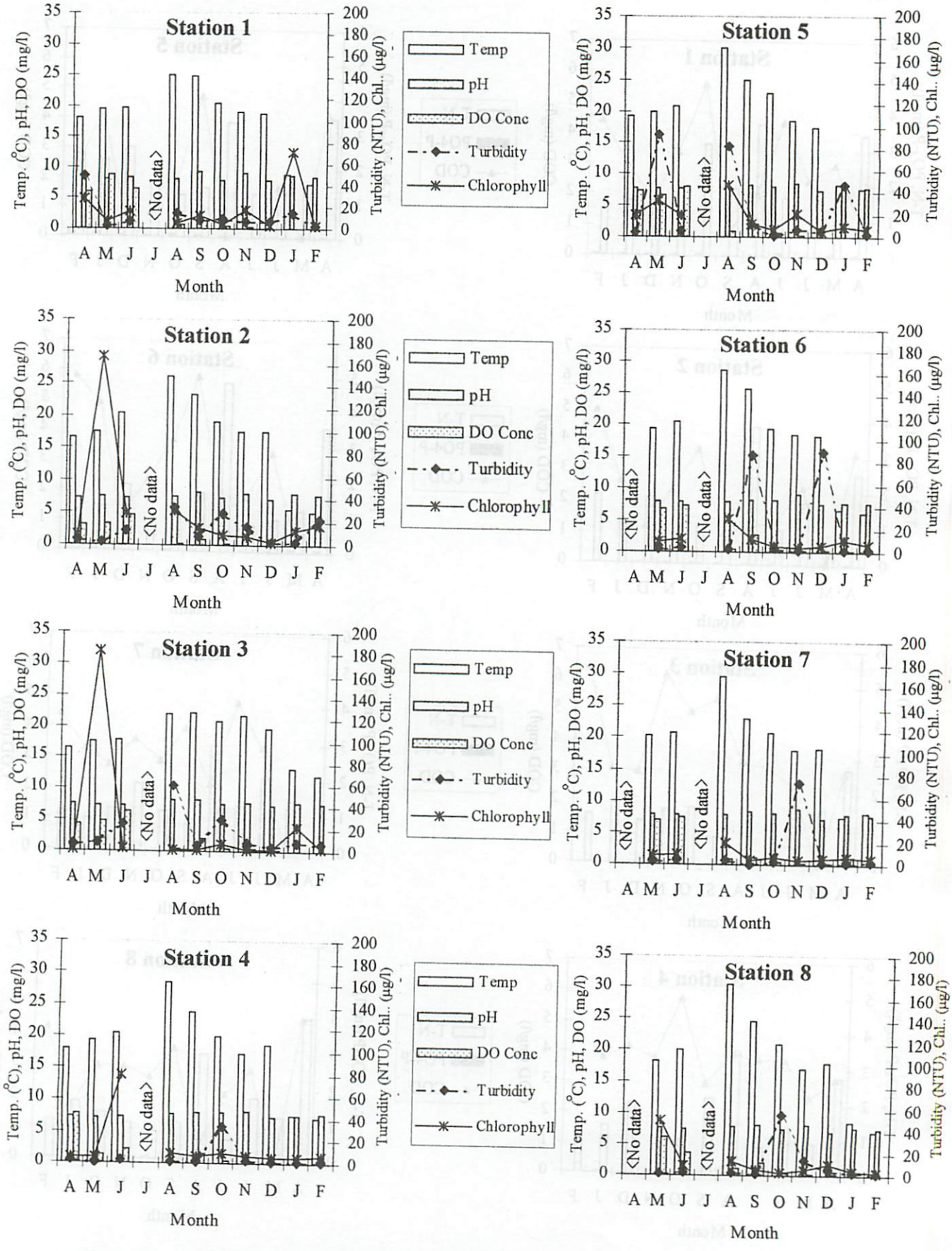


Fig. 5 Seasonal dynamic of the water temperature, pH, DO, Chlorophyll, and Turbidity, the Ishizuchi reservoir's water column

4.2 Impact of the aquatic vegetation on water quality

Many studies have reported the effect of aquatic vegetation on the water turbidity (Canfield et al., 1985; Carpenter et al., 1986; Skubinna et al., 1995).
Previous studies (US EPA, 1988; Tripathi et al., 1991; Gale et al., 1993; Cooke, 1994; Droste, 1997; have shown that naturally growing aquatic plants can remove compounds of nitrogen, phosphorus, and other pollutants by consuming them in the form of plant nutrients.
The Ishiduchi reservoir is principally populated by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), and lotus. A qualitative observation in terms of the relative gross water surface coverage with aquatic plants was carried out in May, August, and October as shown in Figs. 6, 7, and 8 respectively.
Table 1 shows the quantitative estimation of plant coverage on the surface of the Ishiduchi reservoir respectively in May, August, and October.

Table 1 Quantitative estimation of the coverage of aquatic vegetation on the surface of Ishiduchi reservoir

Month / Vegetation	May	August	October
Lotus	35%	40%	37%
Water Hyacinths	10%	12%	15%
Other aquatic plants	25%	30%	35%
Total vegetation coverage	70%	82%	87%

A negative correlation exists between the chlorophyll concentrations in the water column and the emergent aquatic vegetation cover (see Figs. 5, 6, 7 and 8). In spring season (May) the water surface is covered with vegetation at about 70%, the concentration of chlorophyll in the water column rises, however no algal bloom occurs. Inversely in the summer season (August) to autumn season (October) the proliferation of emergent aquatic vegetation reaches its maximum 80 to 90%, the water chlorophyll concentration drops.
During winter season starting early December, the dead *Eichhornia crassipes* sinks and starts to decay on the bottom of the reservoir. This process accompanies by a relatively small increase in phytoplankton biomass, though not observed in all the monitoring stations. For instance sampling stations ST5 and ST7 have a weak vegetation cover, therefore the relationship cannot hold; and ST6 is located at the outlet point of the reservoir, therefore there is a complex mixing at this station.
During summer season (see Fig. 5), the chlorophyll concentration tends to decrease from August to October, while the water hyacinths still cover the surface of the reservoir. This contrasting pattern has been observed in natural ponds in England and Norway (Goulder, 1969 cited by Scheffer 1998). In the English pond, chlorophyll-*a* concentrations dropped dramatically when a dense vegetation of *Ceratophyllum demersum* developed during the summer. Similarly Mjelde and Faafeng (1997) analyzing data from 24 Norwegian lakes, and found that the lakes with low vegetation cover have high phytoplankton biomass throughout the summer, while in lakes with high vegetation cover, the phytoplankton biomass sharply decreases in summer, when the vegetation biomass increases. Fig. 5 shows a decreasing pattern of the water chlorophyll concentration from summer to autumn due to the extensive coverage of the aquatic plants in the reservoir (see Fig. 7). The turbidity also follows the same pattern.

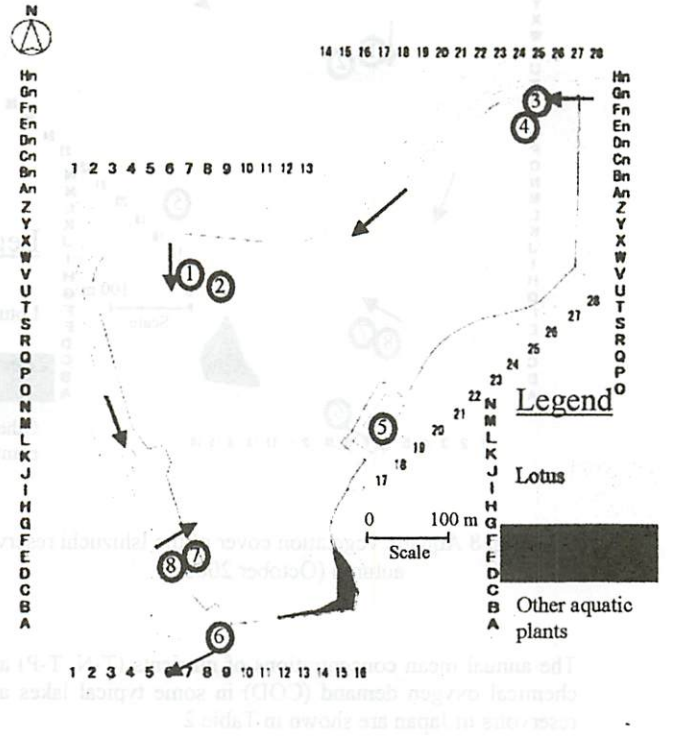


Fig. 6 Aquatic vegetation cover of the Ishizuchi reservoir in spring (May 2003)

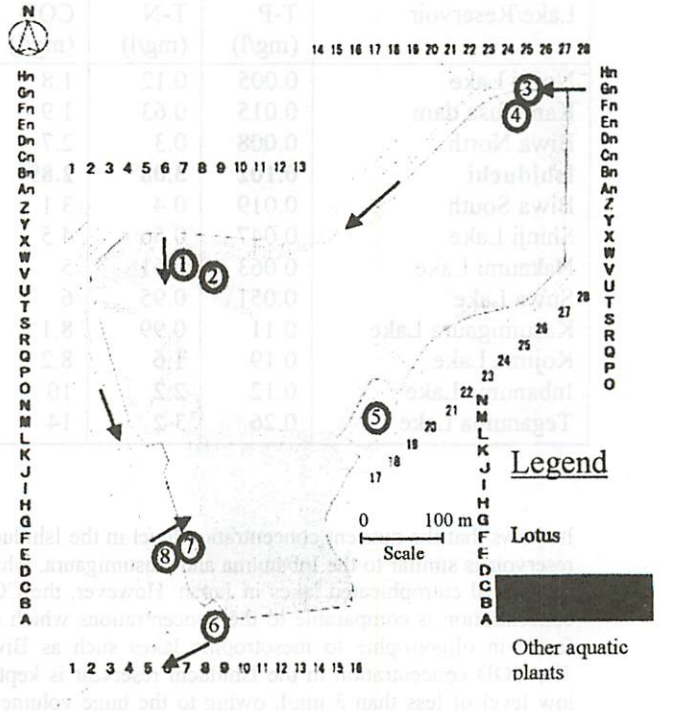


Fig. 7 Aquatic vegetation cover of the Ishizuchi reservoir in summer (August 2003)

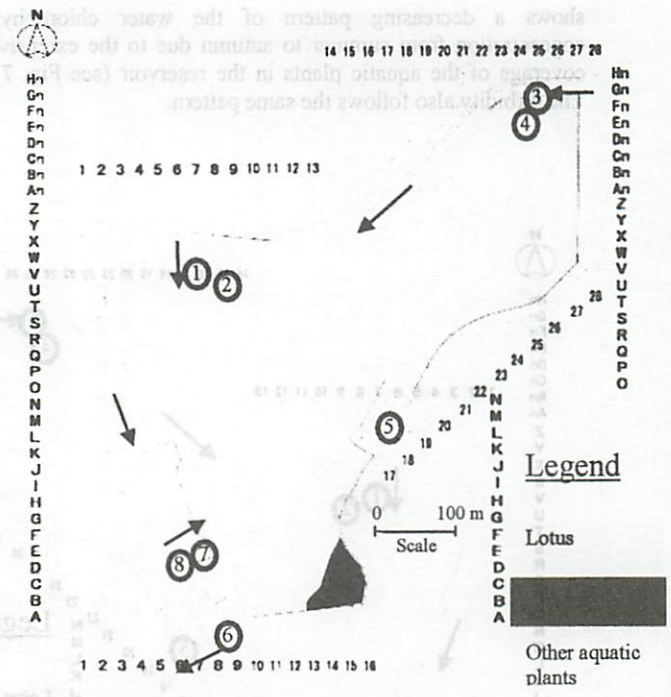


Fig. 8 Aquatic vegetation cover of the Ishizuchi reservoir in autumn (October 2003)

The annual mean concentrations of nutrients (T-N, T-P) and chemical oxygen demand (COD) in some typical lakes and reservoirs in Japan are shown in Table 2.

Table 2 Comparison between Ishiduchi reservoir and natural lakes for nutrients (T-P, T-N) and COD levels

Lake/Reservoir	T-P (mg/l)	T-N (mg/l)	COD (mg/l)
Nojiri Lake	0.005	0.12	1.8
Kamafusa dam	0.015	0.63	1.9
Biwa North	0.008	0.3	2.7
Ishiduchi	**0.102**	**3.08**	**2.89**
Biwa South	0.019	0.4	3.1
Shinji Lake	0.047	0.56	4.5
Nakaumi Lake	0.063	0.61	5
Suwa Lake	0.051	0.95	6
Kasumigaura Lake	0.11	0.99	8.1
Kojima Lake	0.19	1.6	8.2
Inbanuma Lake	0.12	2.2	10
Teganuma Lake	0.26	3.2	14

It shows that the nutrient concentration level in the Ishiduchi reservoir is similar to the Inbanuma and Kasumigaura, which are typical eutrophicated lakes in Japan. However, the COD concentration is comparable to the concentrations which are found in oligotrophic to mesotrophic lakes such as Biwa. The COD concentration in the Ishiduchi reservoir is kept at low level of less than 3 mg/l, owing to the huge volume of surface runoff from the catchment into the reservoir during the rainy season from June to October.

5. Conclusion

Water quality status of the Ishiduchi reservoir was examined by taking into account the influences of density and biomass of the aquatic plants on the water quality environment. The average physical parameters are generally found to be within the threshold values defined by the US Environmental Protection Agency (EPA), except for 3 sampling stations which show a high water alkalinity exceeding the standard criteria. Dissolved oxygen concentrations are below the quality standards by EPA. The relative depletion of oxygen is to be related to the intense bacterial activity for decomposition of the dead vegetation biomass. It is found that (1) the mean water turbidity and chlorophyll concentrations are low, (2) the nutrients (N, P) level is high, and (3) the COD is kept at low level to compare with some typical lakes in Japan, owing to the dilution effect by surface run-off from high rainfall with 2,500mm per annum, the retention time of about 3 months, and the extensive vegetation coverage of aquatic plants in the reservoir. The extensive growth of emergent aquatic vegetation, which covers more than half of the water surface, inhibits the algal bloom in the case of the Ishiduchi storm water reservoir by increasing the shadow effect, and absorbing the nutrients. Therefore, the aquatic plant coverage is a key element to sustain the eco-system and water quality environment of the Ishiduchi reservoir. Continuous long-term water quality and vegetation monitoring will give us more confident results in the future.

ACKNOWLEDGMENT: The authors express their gratitude Dr. Norio Hayashi and Ms. Ishikawa Taeko for their valuable help in understanding the phytoplankton ecology, and all the members of the water management laboratory of Kochi University of Technology who are taking part in the monitoring work.

(原稿受付 2005 年 12 月 10 日)
(原稿受理 2006 年 4 月 7 日)

References

1) ASTM, 1981, Annual book of ASTM standards – Part 31: Water. American Society for Testing and Materials, pp. 681-685
2) Canfield, D.E.J., Langelan, K.A., Linda, S.B., and Haller, 1985, Relations between water transparency and maximum depth of macrophytes colonization in lakes. Journal of Aquatic Plant Management, 23, pp. 25-28.
3) Carlson, R.E, 1977, A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography. 22, pp. 361-369
4) Carlson, Robert E, 1991, Expanding the Trophic State Concept to Identify Non-Nutrient Limited Lakes and Reservoirs. Enhancing the States' Lake Management Programs, pp. 59-71.
5) Carney, C. Edward, 1999, Requested information on the two TMDL "review themes" you received from EPA which relate to lakes [Memorandum] 5 Aug. 1999
6) Carpenter, S.R., and Lodge, D.M., 1986, Effect of submersed macrophytes on ecosystem processes. Aquatic Botany, 26, pp. 341-370.
7) Goulder, R., 1969, Interactions between the rates of production of a freshwater macrophyte and phytoplankton in a pond. Oikos, 20, pp. 300-309.
8) Kameda, T. and Murakami, M., 2005, Water quality of urban storm regulation reservoir with natural springs. Proceedings of Japan Society of Shimanto Concept and Integrated river basin management, pp. 25-26.

9) Mjelde, M. and Faafeng, B.A., 1997, Ceratophyllum demersum hampers phytoplankton development in some small Nowegian lakes over a wide range of phosphorous level and geographic latitude, in E. Jeppesen, M. Sondergaard, and K. Chrostoffersen (eds.) The restructuring role of submerged macrophytes in lakes, Springer Verlag, New York.
10) Moore, L. and K. Thornton, [Ed], 1988, Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual. USEPA. EPA 440/5-88-002.
11) ReVelle, P. and C. ReVelle, 1988, The Environment: Issues and Choices for Society. 3rd ed. Jones and Bartlett Publishers. Boston. 749 pp.
12) Scheffer, M., 1998, Ecology of shallow lakes. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 357 pp.
13) Scheffer, M., Rinaldi, S., Gragnani, A., Mur, L.R. and Van Nes, E.H., 1997, On the dominance of filamentous cyanobacteria in shallow turbid lakes. Ecology, 78, pp. 272-282.
14) Schindler, D.W. and Comita, G.W., 1972, The dependence of primary production upon physical and chemical factors in a small, senescing lake, including the effects of complete winter oxygen depletion. Archive fur Hydrobiologie, 69, pp. 413-451.
15) Shannon, E.E., Brezonik, P.L., 1972, Limnological characteristics of north and central Florida Lakes. Limnology Oceanography 17, pp. 97-110.
16) Skubinna, J.P., Coon, T.G., and Batterson, T.R., 1995, Increased abundance and depth of submersed macrophytes in response to decreased turbidity in Saginaw bay, Lake Huron. Journal of Great Lakes Research, 21, pp. 476-488.
17) Tanner C.C., Clayton, J.S. and Wells, R.D.S., 1993, Effects of suspended solids on the establishment and growth of Egeria densa. Aquatic Botany, 45, pp. 299-310.
18) US Environmental Protection Agency, 1998, National Strategy for the development of regional nutrient criteria. EPA-822-R-98-002.
19) US EPA, 2000, National Water Quality Inventory: 1998 Report to Congress. www.epa.gov/305b/98report Last updated October 5 2000.

［四万十・流域圏学会誌　第5巻 第2号　61－64　2006］

〈解 説 論 文〉

四万十川流域圏におけるコンテンツ管理システムの実証実験

有瀬和徳*　梅山直樹*　村上雅博*　清水明宏*

Actual Proof of Contents Management System around the Shimanto River Region

Kazunori ARUSE*, Naoki UMEYAMA*, Masahiro MURAKAMI* and Akihiro SHIMIZU*

Kochi University of Technology, 185 Miyanokuchi, Tosayamada-cho, Kami City, Kochi 782-8502 Japan

1．はじめに

近年，国を挙げて情報化政策が進められる中[1]，高知県においても情報生活維新[2]の理念のもと地域情報化が推進されている。地域情報化とは地域社会の情報インフラの整備を進めるとともに，地域住民らの手により地域情報の受発信を行うことと定義されている[3]。地域の持つ様々な情報（観光情報，公共施設情報等）をインターネット上で配信することにより，地域情報化を図ることができると考えられている。

地域情報の受発信を支援するひとつの技術として，地理情報システム（GIS: Geographical Information System）が注目されている[4)5)]。GISが地域の情報と連携することで，どこにどのようなものがあるかといった情報を得ることができるため，特に観光等の分野ではその効果が期待できる。また，近年のブロードバンドネットワークは，大容量のデータ通信を可能とし，電子地図上に画像や動画像等の情報を関連付けることができる。これにより，電子地図上で地域に関わる様々な情報をインターネット利用者が共有し合うことで，地域情報化の促進を図ることが可能であると考えられている。

電子地図サービスとして，「Google マップ[6]」や「ELEMAP[7]」等が提案されている。これらはひとつの電子地図上に様々な情報コンテンツへリンクを示したアイコンを重ね合わせたシステムである。しかしながら，これらは多人数でひとつの地図を共有するものであり，個人に特化したものではない。従って，個人用の旅行記や個人用のブロクを個人用の地図で管理することができない。そこで，個人がひとつの地図を使用し，様々な情報を位置情報と関連付けて公開できる，より個人が扱い易いシステムの構築を行う。

高知県では，瀬戸大橋，明石海峡大橋，しまなみ街道の開通後も他の四国3県に比べ，県外観光客の増加がなく，県内観光資源の周知が課題となっている。本論文では，県内外への観光地周知を目指し，高知県でも特に観光地として有名な四万十川流域圏の情報化促進支援システムの実証実験計画について提案する。

2．地域情報化とGIS

地域情報化を推進するためには，地域のもつ様々な情報をインターネット上で共有し，配信できる基盤構築が重要である。また，それらの地域情報が位置情報と関連付けられることにより，その情報が持つ情報の価値をさらに高めることが可能である。

2.1　地域情報の発信

地域情報化は地域住民の手によって地域の情報(以下，コンテンツ)を受発信していくことを指す。例えば，個人やNPO等がインターネット上に，地域の情報を扱ったポータルサイトを展開し，積極的な情報の配信を行う例がこれに当てはまる。また，個人がインターネット上に Weblog 等のシステムを用いて近隣の情報を公開する例も最近では多く見受けられる。

ここで挙げるコンテンツには次のようなものが考えられる。

- 医療，保険，福祉
- 防災，防犯
- 公共施設紹介
- 文化（伝統芸能，特産物）
- 観光，交通

これらの情報は，個人レベルで紹介できる対象であり，「口コミ」として共有することにより，その価値を発揮することができるとされている[8]。また，口コミ情報を位置情報と関連付けることによって，より口コミ情報を閲覧者が参考にする傾向が強くなるという指摘もある[9]。

先で述べたコンテンツを集約することにより，その地域に住む住民らは，地域にある有益な情報を共有することができ，防災，防犯情報の確認や公共施設の利

* 高知工科大学　〒782-8502　高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

用率向上等が期待できる。また一方で，その地域に住んでいない利用者が，集約されたコンテンツを閲覧することにより，その地域について把握することができる。それにより，旅行や観光を行う動機付けにつながること等が期待できる。

2.2 GIS

コンテンツを視覚的に扱う技術のひとつとして GIS がある。GIS とは，位置や空間に関する情報をもったデータを総合的に管理・加工し，視覚的に表示することが可能なシステムである。

GIS が近年急速に注目されている背景には，全国網羅の国土空間データ基盤（地理データベース）を整備する国家プロジェクトの進展がある [4]。それに伴い，各自治体等が独自に地理データベースを整備する従来の運用形態から，国土庁・国土地理院が中心に地理データベースを集中管理する仕組みへと変わった。地理データベースが集中管理されることにより，その地図データを誰もが外部システムから参照することができるようになった。現在では，様々な GIS サービスが提供されている。代表的な GIS として，「電子国土 Web システム [10]」が挙げられる。国土地理院が提供している電子国土 Web システムは，数値化された国土に関する様々な地理情報を位置情報に基づいて統合し，コンピュータ上で再現する仕組みである。電子国土 Web システムの仕組みを利用したアプリケーションの構成を **Fig.1** で示す。

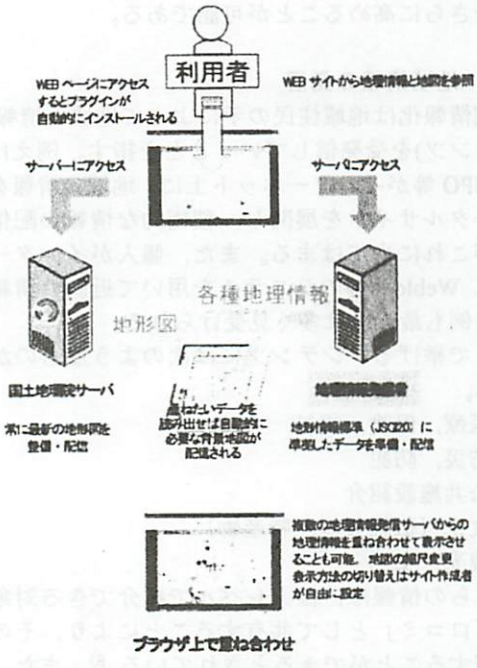


Fig.1 電子国土 Web システムを利用したアプリケーション

電子国土 Web システムが扱う地理情報は，国土地理院のサーバから発信される最新の地図データと，地理情報発信者により作成された主題地図データとで構成される。また，地理情報発信者は自由に主題地図データを作成できるため，前述した地域のコンテンツや口コミ情報を重ね合わせることができる。重ね合わされたデータは，利用者が既存のインターネットブラウザを利用して閲覧できるため，利用者にとっての利便性が高く，誰でも容易にシステムを利用可能である。

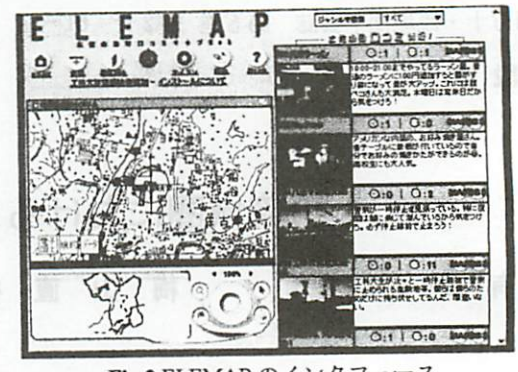


Fig.2 ELEMAP のインタフェース

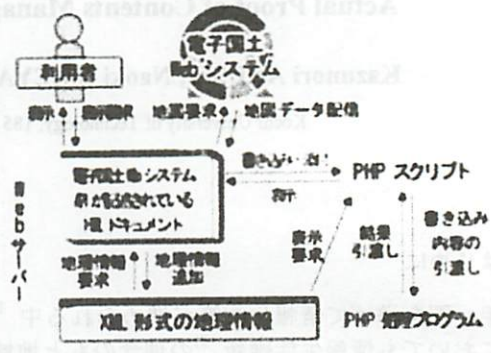


Fig. 3 ELEMAP の構成

3. ELEMAP

Fig.2 に示す ELEMAP は，**2.2** 節で述べた電子国土 Web システムを利用し，コミュニケーションツールとして提供するサービスである。ELEMAP 利用者間で **2.1** 節に述べたような情報を共有し合うことにより，地域情報化が促進されると考えられる。

ELEMAP とは電子国土 Web サーバから提供される緯度・経度の情報を取得し，その情報に対応する座標に対してコメントを書き込むシステムである。ELEMAP の特徴は，ELEMAP 利用者間で近隣の店舗情報や災害時の非難経路等の情報を地図上で共有できることである。ELEMAP 上に様々な情報が共有されることにより，以下のような用途に用いることが可能となる。

- 災害情報共有ポータル
- 医療・福祉情報ポータル
- エリアマーケティング

従来のポータルサイトは，扱う情報の分野によって閲覧するサイトを変更する必要があった。ELEMAP を用いることにより，例えば，災害情報と医療情報等を同時に地図とあわせて取得することができるメリットがある。

3.1 ELEMAP とは

ELEMAP の構成を **Fig.3** に示す。国土地理院サーバが提供する電子地図を操作するために必要な各種機能を次に挙げる。

- 地図縮尺の変更機能
- マウスドラッグによる移動機能
- 表示範囲の印刷機能
- 縮尺値バーの表示
- 縮尺地図からの移動機能
- 指定座標値への移動機能

位置座標に対応する地図上に情報を重ね合わせる際のシンボル（病院，食事，警察等）をアイコンとして，いくつか提供している。これにより，利用者は探したい情報が地図上のどこに配置されているかを視覚的に判断することができる。そして，地図上に配置されたシンボルをマウスで選択することにより，より詳細な情報を取得することができる。

ELEMAP で扱われる地理情報は，地理名，地図，ユーザからのコメント，座標値，画像・動画，地図上のシンボル，評価値，ユーザからの返信で構成される。このうち評価値とユーザからの投稿文は，投稿された一つの地理情報に用意するコメントフォームから全てのユーザが登録できる仕組みとなっている。また，ユーザが地理情報を参照するだけでなく，その地理情報への更なる情報や感想の追加を行うことができる。さらに，評価値が高い有益な地理情報は，ページの上位に表示する等の機能も有している。

ELEMAP は利用者が情報を引き出し易くするために，登録分野ごとに表示を切り替える検索フォームを実装している。情報登録の段階で，地理情報が属する分野を割り当てるため，ユーザが必要とする情報の分野を絞り込み，検索・表示することができる。この絞り込み検索は地理情報の一覧を表示するだけでなく，地図上に配置されているシンボルにも反映することができる。さらに，表示されている地図範囲内にある地理情報のみを検索することも可能であり，これらの機能は利用者が必要とする情報を検索することを容易にしている。

3.4 ELEMAP の問題点

ELEMAP は投稿された情報間に繋がりがなく，地域情報同士の関連性を見出すことができない等の問題がある。地域情報同士の関連性がないことにより，利用者が得られる情報量に制限がかかる。例えば，ELEMAP を用いて観光情報等を収集しようとした場合，予約したいホテルの近隣にある飲食店の評価等を同時に取得することが困難である。

3.5 コンテンツ管理システム（elemap blog）

ELEMAP に Weblog の機能を追加実装し，コンテンツ管理システム（elemap blog）として構築した（**Fig.4**）。Weblog とは，コンテンツ管理システム[11]の一種であり，Weblog を用いることにより，個人が作成した記事（日記，旅行記等）を時系列でページの自動生成を行う。

elemap blog は ELEMAP と異なり個人が個人用地図を利用し，旅行先や近隣の観光情報等を「記事」という形で掲載するシステムである。また，elemap blog は TrackBack の機能を有している。TrackBack とは，他の記事にその記事を話題にした記事のリンク先と概要を通知する機能，またその通知形式をさだめた枠組みである。この機能により，記事と記事の間に関連性を持たせることができるため，観光ポータルサイト等では表現できなかった，地域情報同士の繋がりを見出すことが可能となる。

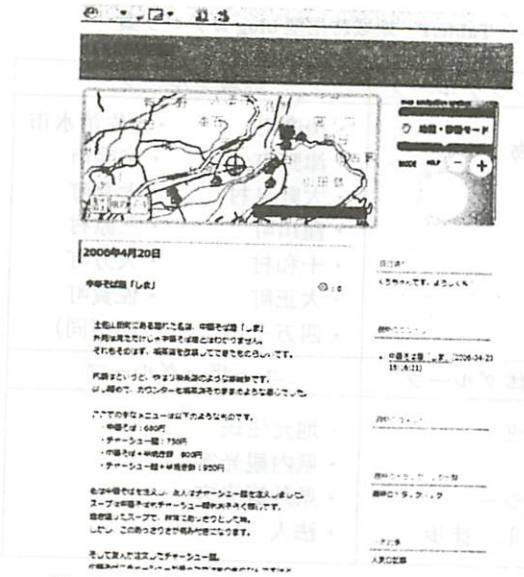


Fig.4 コンテンツ管理システム「elemap blog」

4．四万十川流域圏での elemap blog 実証実験

高知県四万十川流域圏には景観・文化・生物等の様々なコンテンツがある。これらは観光情報に留まらず，教育情報としても配信することが望ましい。例えば，四万十川には鮎が生息しており，この鮎を目的として釣りを楽しむ旅行客もいる。鮎の情報を配信する際に，釣りとしてのコンテンツを提供するだけでなく，鮎の生態情報や調理方法もコンテンツとして提供することにより，システム利用者は多くの情報を多角的に捕らえることができる。

本実験は，ELEMAP では困難であった情報と情報とを結び付けられる elemap blog を用いた，高知県四万十川流域圏における地域情報化の有効性の検証を目的としている。

4.1 四万十川流域圏向けシステム改良

elemap blog は管理する情報の構造化にカテゴリを用いている。elemap blog をはじめとする通常の blog サービスは「日記・音楽・ニュース・スポーツ」等のカテゴリ項目を用意している。ここでは上記カテゴリに加え，より地域に特化したカテゴリとして「四万十川流域振興室 [12]」Web サイトを参考に設けることとした。そのカテゴリ案を **Table.1** に示す。これらのカテゴリを設けることにより，地域に特化した記事を書いている利用者が公開する記事の特性を明示化することができる。また，利用者が独自にカテゴリを作成することができるため，作成頻度の高いカテゴリはシステムに反映させていくことができる。

TrackBack 機能を有効に活用することで，情報と情報の関連性だけでなく，地域と地域との関連性等も表現することが可能となる。また，すべての elemap blog 利用者の TrackBack のやり取りを可視化することにより，

Table.1　地域特化型 blog カテゴリ案

コンテンツグループ	地域グループ
・特産物 ・食事 ・観光 ・文化 ・産業 ・買物	・祷原町　・土佐清水市 ・津野町　・宿毛市 ・大野見村　・大月町 ・窪川町　・三原村 ・十和村　・大方町 ・大正町　・佐賀町 ・四万十市　（順不同）
移動体グループ	ユーザーグループ
・自動車 ・汽車 ・タクシー ・自転車，徒歩	・地元住民 ・県内観光客 ・県外観光客 ・法人

地域同士の関連性を発見することが可能となる。

elemap blog を様々な利用者が用いることにより，システム内には膨大なデータが蓄積されることになる。このデータを総合的に管理し分析する仕組みを設ける。観光情報が多く公開されている地域と，文化情報が多く公開されている地域では，それぞれの特徴に差が生まれ，流域圏における様々な角度からの地理的な切取りを行うことが可能となる。地理的な切取りとは，ある条件に従って，その条件に合致する地域のみを明らかにすることである。これにより，それぞれの地域での特性が明らかとなった上で，互いにコンテンツを補完し合うことで地域の情報化を促進できると考えられる。

4.2　システム運用

elemap blog をより効果的に運用するためには，多くの利用者が継続的に様々な情報を公開していく必要がある。情報の古さは利用者離れに伴うサービスの衰退を招く恐れがある。地域情報化を継続的に推進するためには，システムの運用および改良するプロバイダと，システムへのフィードバックを行うテスタ，そしてシステムを利用し，記事を公開するユーザの三者で協力体制を構築する必要がある。

プロバイダは高知工科大学の ELEMAP 開発スタッフが中心に担う。テスタおよびユーザは四万十川流域圏の地域活動を行っている住民らを想定している。また，「四万十かいどう」推進協議会らとの協力体制の下，四万十かいどうが策定している，「花かいどう」プランを紹介することで，より魅力的な地域情報を発信することができると考えられる。

4.3　評価

本システムを「elemap blog」，「投稿された記事データ」，「地域別利用特性」の 3 項目に関して半年毎に評価を行う。評価項目案は以下の通りである。

- elemap blog
  - システムの使いやすさ
  - システムのカテゴリ
  - システムの利用率
  - システム運用サーバの負荷状況
- 投稿された記事データ（全体の利用特性）
  - システム利用者属性（個人・法人等）
  - 全投稿記事数
  - カテゴリ別投稿記事数
  - 全投稿記事被参照数
  - 全投稿記事被 TrackBack 数
  - 全投稿記事被コメント数
- 地域別利用特性
  - システム利用者属性（個人・法人等）
  - 地域別投稿記事数
  - カテゴリ別投稿記事数
  - 地域別投稿記事被参照数
  - 地域別投稿記事被 TrackBack 数
  - 地域別投稿記事被コメント数

これらの評価項目を，利用者に対するアンケートやサーバのログを解析し収集する。ここで得られる評価値を順次システムに反映させる。

5．おわりに

本論文では次のような構成で，四万十川流域圏におけるコンテンツ管理システムの実証実験について述べた。1 章では，本実験の背景について述べた。2 章では，地域情報化を推進する上で要となる地域住民による情報共有の特性ついて示し，地域情報と GIS との関連性について議論した。3 章では ELEMAP および，elemap blog について述べた。4 章では，実証実験の計画について述べた。今後の予定として，本計画に基づいた四万十川流域圏の地域情報化に向けた活動を行う予定である。

（原稿受付 2006 年 4 月 10 日）
（原稿受理 2006 年 4 月 30 日）

参考・引用文献

1）文部科学省，情報化への対応.
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/ .
2）高知県情報生活維新協議会
http://www.pref.kochi.jp/~itsuisin/isin/index.html .
3）林上編（1996）高度情報化の進展と地域社会，大明堂.
4）阿部昭博，南野謙一，渡邊慶和（1999）地域情報化における GIS の役割に関する一考察，情報処理学会，情報システムと社会環境，72－5，pp.25-30.
5）小方登，小長谷一之，碓井照子，酒井高正訳（1998）GIS 原典，古今書院.
6）Google マップ，http://maps.google.co.jp/ .
7）梅山直樹，清水明宏（2005）相互交流型電子地図システム ELEMAP の開発，電子情報通信学会技術研究報告，vol. 105，no. 283，OIS2005-19，pp.1-4.
8）平田高志，村上晴美，西田豊明（2001）連想表現と分身エージェントを用いたコミュニティにおける知識共有支援，人工知能学会論文誌，Vol.16，No.2，pp.225-233.
9）山田忍，清水明宏（2005）観光情報に適した Web 型情報配信システム，電子情報通信学会技術研究報告，vol. 104，no. 714，OIS2004-104，pp.55-58.
10）電子国土ポータル　http://cyberjapan.jp/ .
11）石井勇太，清水明宏（2005）処理単位"CELL"を導入したコンテンツ管理システム openGATE，電子情報通信学会技術研究報告，vol. 104，no. 714，OIS2004-103，pp.49-54.
12）四万十川流域振興室
http://www.pref.kochi.jp/~shimanto/ .

書評

「ここまでわかったアユの本」を読んで

（高橋勇夫・東健作 著、築地書館、2006 年 2 月発行）

高知県水産試験場　松浦秀俊

私は探し物をするのが苦手である。たとえば、いつもある場所に置いているはずのハサミがないときなど、家族を総動員して家中を探し回るが、見つかるのはたいていは本来ある場所のすぐそばの見落としがちな場所である。何ですぐそばにあるのに気づかなかったかといつも思うのだが、そこにあたりまえにあるはずだという思い込みが邪魔をして視界を曇らせているのだろう。もちろん、それを見つけるのは私以外の者であるが・・・

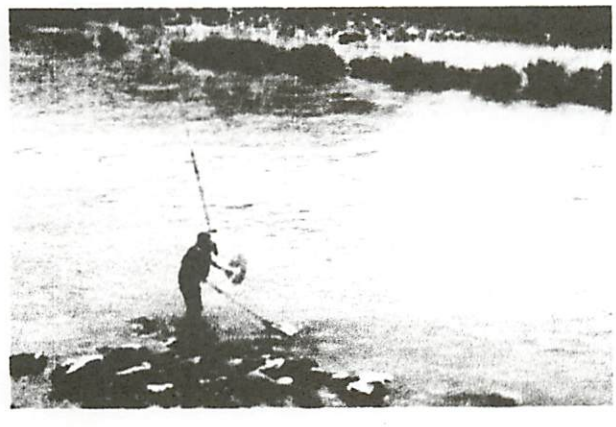
こうしてみるとアユ釣り師や漁業関係者（もしかしたら研究者もそうかもしれないが）というのは総じて探し物をするのが苦手なようである。すぐそばに「アユを増やすこと」という血眼になって探し求めている探し物があるのになかなか気づこうとしない。

そんなことを考えながら、高橋さんと東さんが書かれた「ここまでわかったアユの本」を読ませてもらうと、お二人とも、研究者であるとともに本来探し物をするのが苦手なはずのアユ釣り師であるにもかかわらず、その「アユを増やすこと」という探し物を見事に見つけ出していることに、素直に驚くとともに賞賛の言葉を贈りたい。その苦手な探し物を見つけ出すことができたのは、ひとえにアユという魚の棲んでいる可能性のあるフィールドをありとあらゆる角度からしらみつぶしに調べ上げたからということに尽きるであろう。そこまで調べ上げれば、探し物もおのずとその姿を現さざる得まい。

私もある時期、川に潜ってアユの調査のまね事を試みたことがあるが、目の前に繰り広げられるアユの様々な行動や川の姿を細大もらさず、科学的に、しかも多くの人に分かりやすく伝えることがいかに困難なことであるか。しかしそのことを誰かがやっていかないと、アユや川の問題を多くの関係者と意識を共有しながら解決していくことはできないはずである。

高橋さんが「おわりに」で書いているように、アユ資源を維持するために、研究や行政の経費等今まで膨大な社会的投資がなされてきたにもかかわらず、その投資によって得られた情報が、実際に川の現場でアユと向き合っている漁協関係者や釣り人にはほとんど伝わらず、いわば私たちはてんでばらばらに探し物をしてきたようだ。そのことは、膨大な社会的投資をしてきた側の私たち関係者は大いに反省しなければなるまい。

そういう意味でも、この「アユの本」は、現場に情報を届けようというお二人の熱い思いが伝わってくる好著である。願わくは、アユに関わる人たちばかりでなく、アユに直接関わりのない多くの人たちにもこの本を手にとってもらい、「アユを増やすこと」のすぐそばに、誰もが皆探し求めている「幸せの形」があることを読み取っていただければ、著者たちにとっても、そしてもちろん私たちアユに関わる者にとっても望外の喜びであろう。



四万十・流域圏学会会則

第１章　総則

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

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

（事務局）
第３条　本会は、事務局を当分の間、高知工科大学社会システム工学科　村上研究室に置く。

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

第２章　会員に関する事項

（会員）
第５条　本会の会員は四万十・流域圏学に関心を持ち、本会の趣旨に賛同するものとし、正会員、学生会員、団体会員及び準会員をもって構成する。その他の会員については、理事会で決定する。
（１）正会員　　会費年額 5,000円を納める者。
（２）学生会員　大学学部学生・大学院学生・研究生で会費年額 2,500円を納める者。
（３）賛助会員　企業・団体で賛助会費（年額30,000円以上）を納める者。
（４）準会員（ジュニア会員）　小学生・中学生・高校生。会費は徴収しない。

（会員の権利）
第６条　正会員は、以下の権利を有する。なお、理事会の承認によって、学生会員、賛助会員及び準会員にも権利を付与することができる。
（１）調査研究成果を学会誌その他の刊行物または研究発表会において発表すること。
（２）本会が主催する研究発表会、講演会及び総会等に参加すること。
（３）本会の定期刊行物の無料配布を受けること。

（会費）
第７条　会員は、第５条に定める年会費を前納しなければならない。
２　既納の会費は、いかなる理由があっても返還しない。

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

（会員の退会）
第９条　退会しようとするものは、退会届を提出しなければならない。この場合、未納のの会費があるときは、完納しなければならない。

2　理事会は、長期にわたって連絡のとれない会員を退会させることができる。

第３章　組織に関する事項

（役員）
第10条　本会には次の役員を置く。
（１）理事　２５名以内、うち会長１名、副会長３名以内とする。
（２）監事　２名。

（役員の選任）
第11条　理事及び監事は正会員の互選により、総会で決定する。
2　会長は、理事のうちから互選する。
3　副会長は、理事のうちから会長が指名する。
4　理事及び監事は、相互に兼ねることができない。

（役員の任期）
第12条　役員の任期は２年とし、再任を妨げない。
2　役員は任期満了となっても、後任者への事務引継ぎを終了するまでその職務を行う。
第13条　役員に欠員の生じたときは、後任を選任する。ただし、理事会でその必要がないと認めたときは、この限りでない。
2　補選された者の任期は、前任者の残任期間とする。

（役員の任務）
第14条　役員の任務は次のとおりとする。
（１）会長は、会務を総括し、本会を代表する。
（２）副会長は、会長を補佐し、会長に事故あるときはその職務を代行する。
（３）理事は、理事会を構成し、本会の運営に関する重要事項を審議する。
（４）監事は、本会の会計を監査する。

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

（総会の開催）
第16条　通常総会は、毎年１回開催する。
第17条　臨時総会は次の場合に開催する。
（１）会長又は理事会が必要と認めたとき
（２）正会員の３分の１以上の者から請求があったとき
第18条　総会は、会長が招集し、議長となる。
第19条　総会の招集については、開催の２週間前までに、日時、場所及び会議に付議すべき事項を適当な方法によって会員に通知しなければならない。
第20条　総会は、正会員の５分の１以上の出席がなければ成立しない。ただし総会に出席できない正会員で、第１９条によって通知された事項の議決を他の出席会員に委任した者及び書面によって議決に参加した者は出席者とみなす。

（総会の議決）
第21条　総会の議決は出席者の過半数の同意による。可否同数のときは、議長の決するところによる。
第22条　総会では、次の事項を議決する。
（１）前年度の事業報告及び収支決算
（２）当該年度の事業計画及び予算案
（３）その他理事会が必要と認めた事項

（理事会）

第23条　理事会は、必要に応じて会長が招集する。
2　会長は、理事の過半数から請求があったときは、理事会を招集しなければならない。
3　理事会の議決は、出席者の過半数の同意をもって決定する。可否同数のときは、会長の決するところによる。
4　本会の運営を円滑に行うため、理事の中から代表幹事を選任し、幹事会を開くことができる。

（委員会）
第24条　本会は、必要に応じ委員会を組織することができる。委員会の規約は、別に定める。
2　各委員会は、理事会に委員会の活動状況について適宜報告し、また、本会の運営上特に必要であるとして理事会から諮問された事項について、答申しなければならない。
3　会長は、理事会の推薦を受け理事の中から委員長を任命する。
4　会長は、理事会の推薦を受け正会員の中から若干名を委員に任命する。

（支部及び部会）
第25条　本会は、必要に応じ支部及び部会を置くことができる。
2　支部及び部会の設置及び組織については、別に定める。

第４章　会計に関する事項

（会計）
第26条　本会の経費は、会費・助成金及び寄附金その他の収入をもってあてる。
第27条　本会に、一般会計のほか必要に応じて特別会計または基金をおくことができる。第
第28条　本会の会計年度は、５月１日から翌年４月３０日までとする。

第５章　会則の変更及び解散

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

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

第６章　その他の事項

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

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

会費振込先：　郵便振替　01670-7-3731 四万十・流域圏学会　または、銀行口座　四国銀行下知支店　普通預金0387519四万十・流域圏学会　会計　福永秦久
お願い：　領収書は発行いたしませんので、振込みの控えを保存して下さい。

四万十・流域圏学会役員リスト

（平成17年5月）

会長

今井　嘉彦	高知大学名誉教授	環境化学	県内

副会長

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

監事

北條　正司	高知大学理学部教授	環境化学	県内
邑岡　和昭	高知県環境研究センター総合環境科長	環境科学	県内

理事

池田　誠	東洋大学国際地域学部教授	社会システム	県外
石川　妙子	水生生物研究家	生物学	県内
大年　邦雄	高知大学農学部教授	防災工学	県内
島谷　幸宏	九州大学工学部地球環境工学科教授	土木工学	県外
陶山　正憲	静岡大学名誉教授	森林環境工学	県外
西内　燦夫	NPO四万十川流域住民ネットワーク・代表	流域圏学	県内
橋尾　直和	高知女子大学文化学部助教授	言語学・方言学	県内
大宮　健吉	高知県立室戸高校校長	社会学	県内
福田　善乙	高知短期大学教授	経済学	県内
福永　秦久	西日本科学技術研究所取締役	環境化学	県内
福元　康文	高知大学農学部教授	蔬菜園芸学	県内
松田　誠祐	高知大学名誉教授	水文学・河川工学	県内
松本　聰	秋田県立大学生物資源科学部教授	応用生命科学	県外
宮崎　利博	高知県理事	河川・防災工学	県内
村上　雅博	高知工科大学社会システム工学科教授	水資源・河川工学	県内
山﨑　慎一	高知工業高等専門学校建設システム工学科助教授	衛生工学	県内
山下　正寿	（社）四万十楽舎楽長	社会学	県内
依光　良三	高知大学名誉教授	森林政策・山村経済	県内

委　員　会

総務委員会	委員長	村 上　雅 博
	委員	各委員長＋代表幹事
	特任	高知県文化環境部四万十川流域振興室 （理事会担当補佐）
企画・研究調整委員会	委員長	大 宮 健 吉
財務委員会	委員長	福永　秦 久
出版編集委員会	委員長	橋 尾　直 和

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

四 万 十・流 域 圏 学 会
会 員 募 集 の 御 案 内

四万十川及び全国の流域圏を対象に、総合的・学際的調査研究と学民産官連携による実践的な取り組みを展開する「四万十・流域圏学会」(Japan Society of Shimanto Policy and Integrated River 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、2005年5月に第五回総会を終え、四万十・流域圏学会誌も第4巻2号まで刊行することができました。全国の流域圏と流域ネットワークをつくる方向で、四万十川から、土佐、全国、そして世界をみつめて、流域圏をキーワードに新しい学会の活動にふるって御参加下さい。

○学会の基本理念

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

お問い合せ先

学会事務局本部:高知工科大学社会システム工学科　村上研究室
〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮の口185
TEL:0887-57-2418, FAX:0887-57-24201, E-mail: murkami.masahiro@kochi-tech.ac.jp
理事会担当事務局:高知県文化環境政策課四万十川流域振興室 (高宮)
TEL:088-823-9795, FAX:088-823-9296, E-mail: masami_takamiya@ken2.pref.kochi.jp

P.S.

四万十・流域圏学会会則 抜粋

****

第2章 会員に関する事項

(会員)

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

(1) 正会員　会費年額 5,000円を納める者。
(2) 学生会員　大学学部学生・大学院学生・研究生で会費年額 2,500円を納める者。
(3) 賛助会員　企業・団体で賛助会費(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 福永泰久
お願い: 領収書は発行いたしませんので、振込みの控えを保存して下さい。

****

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

****

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

入 会 申 込 書

四万十・流域圏学会・会長 様

平成　　年　　月　　日

氏名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

住所：

<table>
<tr><td colspan="4">連絡先住所（　自宅　・　勤務先　）
〒＿＿＿＿＿＿

Tel:＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿Fax:＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
E-mail:＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿</td></tr>
<tr><td>会員種別*</td><td colspan="3">正会員　・　学生会員　・　賛助会員　・　準会員</td></tr>
<tr><td>勤務先又は職業</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>専門分野</td><td></td><td>生年月日</td><td>年　月　日</td></tr>
</table>

*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?］

＜ 論　文（原著）＞

小規模河川の流量観測におけるドップラー式超音波流速センサーの簡易適用法

吉 田 正 則*　　村 上 敏 文*

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*

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

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.

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

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

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 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の整理を行った。

2.2　河道横断面形状の測量

* 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

上下マージン　23mm
左右マージン　17mm

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。

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

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

2字下げる
1字左へ下げる
タイムズボールド
13級，9pt.

Fig. 4 は，手計測法による 10 回の観測のうち最大の 10 回の V_p^i の横断面分布をみると (**Fig. 5**)，V_p^i の最大値が，6 月 6 日を除くすべての日時でセンサー設置位置（水平距離 9m）を挟む±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易であったが，通常は両者が一致しないことが多いと思われる。

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

3.3 センサー法による水位，流水横断面積，流速，および流量の測定結果

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

図表は上段か下段につける

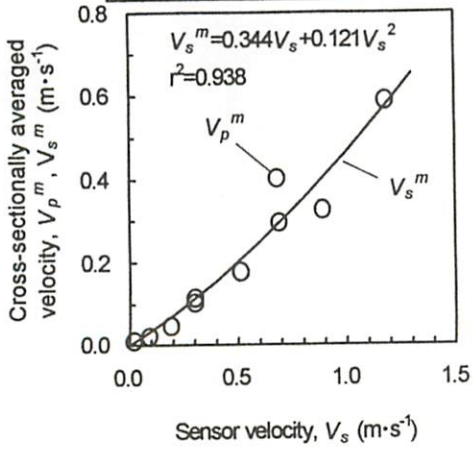


Fig. 7 Relationship between sensor velocity and cross-sectionally averaged velocity derived from manual measurement (O), and regression curve of cross-sectionally averaged velocity as a function of the sensor velocity (—)

5. おわりに

以上，ドップラー式超音波流速センサーによる河川流量測定法の概要を，現地河川への適用事例をもとに述べた。数百 ha 規模の集水面積をもつ川幅 10m 程度の小規模河川を考えた場合，センサー法を用いれば，現地への設置手続きが容易になり，設備経費が安く済むうえ（今回使用した AVM750 型の場合，一式約 90 万円），従来法では困難なことが多かった洪水時観測が安全・確実に行えるようになる。さらに今後は，センサーをつなぐチェーンの張り方を変えてゴミの付着を防いだり，流水の横断面方向に複数のセンサーを配置することなどにより，欠測が少なく，精度の高い流量モニタリングが可能になると予想される。これらのことは，小規模河川が多く分布する農業集水域において，汚濁負荷量の発生メカニズムやその変動特性などを把握するうえで大きな威力を発揮することになるだろう。今後は，本報で紹介したセンサ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

ゴチック，9pt.

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

（原稿受付　200?年??月??日）
（原稿受理　200?年??月??日）

引用文献

1) 黒田久雄（1997）非潅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）水田潅漑がなされている小集水域の L－Q 式の問題点と期別区分による改善，農土論集，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

編　集　後　記

第５巻第２号が，やっと発刊の運びとなりました。今号は，「特集：文化環境（焼畑・四万十かいどう）」の内容となっております。

巻頭には，昨年７月に旧池川町ツボイにおいて，「焼畑による山おこしの会」が焼畑農業を復活させた取り組みについて，メンバーの方に執筆していただいた解説を掲載しております。

これは，第６回学術発表会の企画セッションの内容となっています。

第１部は，「文化環境－焼畑と流域圏の暮らし－」と題して，各メンバーによるそれぞれの専門の立場からのアプローチの内容となっております。第２部は，JHE 顧問の瀬戸口氏による「四万十かいどう」の取り組み，本学会に設置された「四万十活性化小委員会」の活動内容について解説となっています。どちらも，自然科学系と人文科学系とがオーバーラップした，まさに「文化環境」と「流域圏」の問題に関する内容となっています。

論文は，自然科学系のものを３点掲載しました。「ユスリカ類の役割と効果」に関する論考，アジアモンスーン地域・沖積平野の地下水利用と保全政策の比較，石鎚水系の環境問題（英文）の内容，解説論文は，四万十川流域におけるコンテンツ管理システムの実証実験に関する内容となっています。

第６回学術研究発表会は，初の小学校・中学校・高等学校の皆さんが，日頃の流域圏の環境問題に対する取り組みを発表して下さいました。その内容は，概要集のみの掲載となりましたが，活発な発表と討議をしていただけたと思います。今後も，企画セッション・一般セッションにみならず，ユースセッション・ポスターセッションともに充実した学会発表の環境を提供できるよう，大会実行委員会も努力して参りたいと思います。

（橋尾直和）

We Love "SHIMANTO"

2006.5

■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 社会システム工学科　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