矢作川研究 No.12：127～152，2008

平成18年度　豊田市矢作川研究所シンポジウムの記録「小さな藻の大きな役割」

平成18年度　豊田市矢作川研究所シンポジウム「小さな藻の大きな役割」
◆開催日時等：平成19年２月７日(水)　13:30～16:45
於　豊田産業文化センター 小ホール
◆基調報告　「矢作川の藻(藻類)の現状」　内田朝子(豊田市矢作川研究所)
「藻の働きとおいしい水づくり」　中本信忠(信州大学繊維学部)
◆パネルディスカッション「小さい藻から矢作川を考える」
パ　ネ　ラ　ー／中本信忠(信州大学繊維学部)
／山本敏哉(豊田市矢作川研究所)
／白金晶子(豊田市矢作川研究所)
コーディネーター／村上哲生(名古屋女子大学家政学部)

○司会　これより平成18年度第12回豊田市矢作川研究所シンポジウムを始めたいと思います．私は司会を仰せつかりました矢作川研究所の間野と申します．よろしくお願い申し上げます．それでは，最初に豊田市矢作川研究所所長水谷清より開会のご挨拶を申し上げます．

○水谷　豊田市矢作川研究所の水谷でございます．本日はシンポジウムに大勢の方がご参加いただきましてありがとうございます．本来であれば，研究所運営協議会会長である菊池助役よりご挨拶申し上げるところでございますが，公務で上京しておりますので，私から一言ご挨拶させていただきます．研究所の設立以来，シンポジウムを毎年開催し，研究成果を発表させていただき，第12回と回を重ねてまいりました．これも日ごろ，国土交通省豊橋河川事務所および愛知県豊田加茂建設事務所また矢作川水系七漁協連絡協議会の皆様，そして多くの市民の皆様の温かい研究所へのご支援の賜物と感謝致しております．流域の人々の生活を支え，潤してきました矢作川の豊かな自然とその恵みを，いつまでも後世に伝えていきたいと，こういう幾多の人々の熱い想いが研究所の誕生からそして今に至っていると，こういうように考えております．矢作川にはアユをはじめたくさんの生き物が棲んでおります．こうした川の生き物を通じて矢作川の生態，川の有り様，それから変化ですね，そういったことを人々につぶさに伝えていきたい，そして科学的に問題を明らかにし，またその研究成果を皆様に報告し，矢作川の自然について一緒に考えたり，理解を深めていただくこと，そのことが美しい川を取り戻すことに繋がっていくだろうとこのように確信をしております．今回「小さな藻の大きな役割」といった，いささかミステリアスなタイトルですけども，普段あまり知られていない藻が，水の中でしっかり命を育んでおり，そして大切な役割をしておると，こういった話を今日は聞いていただきたい，このように思っております．矢作川に異常発生しましたカワシオグサの解明に取り組んできました矢作川研究所の内田よりカワシオグサについての報告をさせていただきます．それと安全でおいしい水作りに長年取り組んでみえました信州大学の中本先生に基調講演をお願いしておりますのでよろしくお願いしたいと思います．会場の皆様には最後までご参加いただきご意見を頂ければ幸いだと思いますし，今後とも，研究所への一層のご協力それからご支援をお願いして挨拶とさせていただきます．どうもありがとうございました．

○司会　ありがとうございました．それでは引き続きましてご来賓の方からご挨拶を賜りたいと思います．愛知県議会議員三浦孝司様，三浦様は研究所発足にご尽力いただき，諸活動におきまして大変お世話になっております．それでは三浦様，よろしくお願いします．

○三浦　どうも皆さんこんにちは．今日は第12回の矢作川研究所のシンポジウムに多くの皆様方がご参加いただき大変ありがとうございます．今，研究所の開設についてというようなお話もありましたけれども，研究所につきましては，私は豊田土地改良区の理事長を致しておりまして，ある意味では，主催者の側におる人間であります．来賓のことをいうようなご挨拶になっておりますけれども，私も主催者の一員として皆様方にお礼を言わなくてはならないし，今日まで研究所に対して，皆様方から大変ご

好意を寄せていただき今日までやってこられたことに感謝もしていかなくてはならないと思います．矢作川も，過去から言えば，大変水質も良くなってきた，良い川に戻ってきたんではないかとも言われておるわけであります．しかし，もっと考えてみれば，基本というもの，もっと基礎というものがきちんとしていかなくてはならない，大事なところがまだ疎かになってきておるんではないのかなという気がしております．今日の小さな藻の大きな役割という話でありますけれども，川というものを，如何に考えていくかということは，私は小さなところから考えていかなくてはならないと思っています．この基本，基礎というものを大事にしていかなくてはならないのかなと．今いろいろなことを言われておりますけれども，私はそういう意味では，山をもっときちんとした元気な山にすることが，川に清流に取り戻すことでもあり，また海にとっても，山というものが大事なものであるということを，皆様方は十分そのことは認識しておられることだろうと思うわけでありますけれども．何にしても，少し綺麗になってくると，これは矢作川が当たり前だという気になってくるわけでありますけれども，私はそうではない，まだまだ当たり前のことではない，今ようやく一歩を築き上げたところかなという気もしておるわけであります．そういう意味でこれからまだまだ研究をして，山を川をきちんとして，我々の生活に密着したものをきちんとしていかなくてはならないし，この愛知県にとって，万博というものを開幕し，そして終わったわけでありますけれども，それは環境博ともいわれてきておるわけでありまして，環境というものは人間にとって，如何に大事なものであるか，私は，人間は，人間ほど良いことをする生き物もないけれども，人間ほど悪いことをする生き物もないという気がしておるわけであります．ある意味で人間として自覚をして良いことをしていく，それが自分達の命を大切にすることではないのかなという気もしておるわけであります．今日の小さな藻がいかに大きな役割を果たしてくれておるのかということを認識しながら，我々人間世界の中で，人間がいかに果たさなくてはならない役割があるのかということを，十分認識していただければ，これからの矢作川ももっともっと強い元気な矢作川に変わっていくことだろうと，そんな思いを致しております．今日のシンポジウムを通じて，また皆さんとともに河川環境を守っていきたい，そんな気持ちでおりますのでよろしくお願いさせていただき，私の挨拶とさせていただきます．今日はどうもありがとうございました．

○司会　どうもありがとうございました．引き続きまして，国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所所長であります中津川誠様，よろしくお願い申し上げます．

○中津川　ただいまご紹介いただきました国土交通省豊橋河川事務所の所長をしてます中津川でございます．本日，平成18年度豊田市矢作川研究所シンポジウムが，多くの皆様をお迎えしてこのように盛大に開催されることをお喜び申し上げますとともに，開催にご尽力いただきました豊田市矢作川研究所をはじめ，関係者の皆様に心よりお礼を申し上げたいと思います．豊田市矢作川研究所が平成6年に開所して以来，今年で13年目を迎え，アユなどの魚類をはじめ，藻類，陸上植生との研究が進んでいると聞いております．本日のシンポジウムでは「小さな藻の大きな役割」としてご講演・ご報告およびパネルディスカッションが予定されておりまして，貴重な研究成果やパネラーの方々による，活発な討論，ご意見を拝聴できるものと期待しております．現在，私ども国土交通省におきましては今後20年から30年後の矢作川河川整備のメニューを定める河川整備計画の策定にむけて作業を進めております．そのために豊田市長鈴木公平様にも，委員となっていただいております矢作川流域委員会のほか，今後さまざまな機会を通して，地域の意見を聞きながらより良い矢作川になるようにしていきたいというように考えております．その上で，矢作川研究所のような地域や川に密着した研究機関があり，多くの知見を蓄積していることは心強い限りでございます．本シンポジウムにつきましても，これからの矢作川を考える上でも，大変有意義な内容でありますので，私自身も考えを深める機会にできればというように思っております．最後に，本シンポジウムのご盛会をご祈念いたしまして，挨拶とかえさせていただきたいと思います．どうもありがとうございました．

○司会　ありがうございました．また来賓としてお見えの皆様をここでご紹介申し上げます．衆議院議員土井真樹様の秘書であられます上遠野航（かとうの わたる）様，矢作川水系七漁協連絡協議会会長であられます新見幾男様，本日はどうもありがとうございます．引き続きまして，祝電を頂戴しておりますのでご披露させていただきます．『「小さな藻の大きな役割」をテーマにシンポジウムが開催されますことをお祝い申し上げます．貴研究所におかれましては矢作川の自然生態系や人と河川の関わりなどについて継続的な調査・研究を行ないつつ，自然豊かな矢作川を保全する具体策を探求し，その成果を広く社会に提供され，大きな成果を挙げておられますことに，心

より敬意を表します．貴研究所の今後益々のご発展をお祈り申し上げます．衆議院議員　古本伸一郎』その他頂戴しておりますが，ご名前のみご紹介申し上げます．愛知県議会議員　片桐清高様，どうもありがとうございました．それでは，本日のプログラムに沿いまして基調講演に参りたいと思います．はじめに「矢作川の藻の現状」と題しまして，豊田市矢作川研究所研究員　内田朝子が行ないます．内田さん，よろしくお願いします．

基調報告

○内田　矢作川研究所の内田です．よろしくお願い致します．私からは「矢作川の藻の現状」というタイトルでご報告いたします．まず最初に「藻」というものについて，少し整理をしておきたいと思います．私たちは身近な川や池，その水の中に生えている緑色をした生き物を「藻」と呼んでいます．この藻は大きく分けますと「水草」と「藻類」，二つに分けることができます．まず「水草」ですが，「水草」にはここに示したようなクロモあるいはガガブタ，こういったタイプの植物が入ります．この「クロモ」というのは，よく金魚を飼う時に，一緒に水槽に入れることがありますので「金魚藻」といった名前で呼ばれている方もあるかと思います．これらクロモやガガブタというのは，私たちの目ではっきりと見える位の大きさをしています．その体つきを詳しく見てみると，この図に示したように，葉，茎ですね，ちょっとここには根の絵がないんですけれども，根・茎・葉の区別があります．そして大気中に花を咲かせます．このガガブタも綺麗な花を咲かせています．水草の特徴といいますと，根・茎・葉の区別があって花や実をつける，こういう生き物が水草に入ります．

これに対しまして「藻類」というのは，その多くは目で見ることは出来ません．これは川の中の石を取り上げたものです．この石の表面はヌルヌルとしていますね．皆さん，水アカと呼んでいらっしゃると思いますが，この中に藻類はたくさん棲んでいます．この水アカを顕微鏡で拡大してみました．このような小さな，小さな藻がたくさん見つかります．これはくちびるのような形をしています．クチビル珪藻という名前がついています．ちなみにこの大きさというのは，１mmの20分の１位の長さになります．一つの石で，そうですね，大体数十種類のこういう小さな藻類というのを見つけることが出来ます．でもこの藻類の中には，このようにカワシオグサ，矢作川の中流域で時々たくさん発生するんですが，目で見えるタイプのものもあります．しかしその体つきというのは，やはり顕微鏡で拡大しないとわかりません．こうやって見ると，同じ形をした細胞が長く連なり，時々枝分かれをしている．

先ほどの水草と違って，藻類というのは体の作りはとても単純です．そして花や実は付きません．今日ここでは，藻類の中でも顕微鏡を使ってはじめてその姿，形の分かるもの，これを微細藻類．そして，比較的大きくて我々の眼で見える，そして髪の毛のように細長い形をしたもの，これを大型糸状緑藻と，分けて呼ぶことにします．このように藻類というのは，私達の目で直接見えない生き物，日常，気付かない存在なんですが，実は我々の近くのどこにでも棲んでいます．例えば流れのある川ですね．ここにはその石の表面に，くっ付いて生活する付着藻類，小さな，小さな藻類がたくさんいます．また，今日，受付の所でご覧いただいたと思いますが，カメの甲羅にもこのような大型糸状緑藻が生えます．これは蓑亀といって，みなさん非常に珍しがられると思います．また流れのない湖やダム，そういったところにはプカプカと浮かぶタイプの藻類，これをプランクトンと呼びますが，そういったものがたくさん棲んでいます．もちろん海には海藻ですね，私達の食材となっているワカメや昆布といったものが棲んでいます．

今日ここでは川や湖といった淡水・真水に棲む藻類が中心になりますので，ちょっと海藻の話は横に置いておくことにします．また藻類というのは，種類によって持っている光合成色素が異なります．緑色のものは緑藻，藍色の色素を持ったものは藍藻，赤い色のものは紅藻，黄色のものは珪藻といったように，色によって呼び分けることもあります．日常，目にする陸上の植物，ここにたんぽぽの絵がありますが，こういう陸上の植物の先祖を辿っていくと，藻類の緑藻に行き着きます．また，我々のこの地球の歴史を振り返ってみましても，地球に初めて現れた生き物というのは今から35億年くらい前，藍藻という藻類です．その藻類が大気中に酸素を放出し続けた結果，オゾン層ができ，太陽の紫外線をカットできたので，陸上に生き物が進出できたわけです．陸上の動植物が現れたのが今からせいぜい４億年前，５億年前といわれていますから，それまでの長い30億年という長い時を藻類は生き長らえて，様々な多様性を遂げてきたことになります．

では，藻類の役割について少し触れておきたいと思います．この絵はよく皆さん見られることがあると思うんですが，生態系のピラミッドを示しています．上位の生き物が下の生き物を食べるという食物連鎖を示しています．この図で藻類は底辺，ここに位置します．水の中で水中の栄養塩・二酸化炭素・水を材料にして，太陽エネルギーを

使って光合成をしています．そして炭水化物を身体に蓄えます．それはアユやオイカワなど，水の中の様々な動物の餌となっています．つまり水中の生態系では，それら動物たちの命を支える，縁の下の力持ちという役割をしています．また藻類自身が成長したり，増殖したりするときに水中の栄養塩を使いますので，水質浄化の役割を担っているともいえます．

矢作川のほうに話を進めていきたいと思います．矢作川の石には実際どのような藻が生えているのでしょうか．これは矢作川の流域図，私達の藻類の調査地点を示したものになります．矢作川はご存知のように大川入山から流れはじめ，一部岐阜県を流れ，豊田市，岡崎市などの市町村を流れ，三河湾に注いでいます．黒い台形で示したところにダムや堰があります．そして黄色の星印が，藻類の調査地点になります．実際に川の中の様子を撮影してきたものがございますのでこのあとご覧頂きます．まず一つ目の地点は大野瀬，これは矢作ダムよりも上流，もうすぐそこが長野県という場所に位置します．ここの川の中の様子とこの豊田市の中心地に近い古鼡水辺公園，ちょうど越戸ダムの下に位置しますが，この２ヶ所の様子を比較して見ていただきたいと思います．

これが上流の大野瀬の様子です．非常に水の流れがきれいですね．思わず入っていきたくなるような美しさです．このように少し石の表面が茶色に色づいているのが付着藻類による色です．川の中を覗いてみましょう．底までくっきりはっきり見渡すことができます．石の種類が一体どういったものかということがわかるくらい，透明度も良くきれいです．日本の川の原風景といったものが大野瀬にあるのではないかと，よく調査に行くたびに思うんですけれども．このようにトビケラの巣がいっぱい石に付いている様子とか，非常にきれいな様子が良くご覧いただけると思います．

次に豊田市の中心地が近い中流域の古鼡の様子をご覧下さい．これが水辺公園下流の瀬になります．この林は対岸ではなくて中洲になります．ちょうど去年の秋ですね，去年の11月に撮影したものですが，川の中の様子を見ますと，このようにカワシオグサがいっぱい付いている様子が確認できました．たまたまこの時は非常に水がきれいで，きれいに写せたんですけれども，本来はささ濁りっていうのでしょうか，うっすら濁っている日が多いです．水の中を見ると，カワシオグサが流れになびいている様子がわかります．これはトビケラの巣ですね，網がいっぱい張っているところもよくわかります．我々，調査では川の石を取り上げ，歯ブラシを用いて，表面についた付着藻類を落として資料として持ち帰り，分析に用います．今二つの地点を比較していただいたと思うんですけども，まずこの上流ですね，大野瀬の付着藻類というのは黄金色に輝いて非常にきれいでした．それに対して中流域の付着藻類というのは，茶色の付着物がべっとりと下に付いていたり，カワシオグサが非常にたくさん発生している様子がご覧になっていただけたかと思います．同じ一本の川ですけれども，場所によって非常に様子が違っているということが解かっていただけたと思います．

実際に，その時，小さな藻類，微細藻類のどういったものがでていたのかというのを次にご紹介します．まず上流の大野瀬です．ここでは細長い珪藻，これはハリケイソウと呼ばれていますが，こういったものがパラパラと出ていました．そしてそれらの量は少ない．それに対して中流域の古鼡では，同じ種類ですけれども，このハリケイソウが集まりまして，群体を作って出てきていました．また動画でも見ていただいたようなカワシオグサ，こういったものもたくさん確認されました．代表種は珪藻や緑藻，そしてそれらの量は多いという様子がわかりました．この藻類というのは季節的な変化もします．例えば，夏の２地点の違いをこのように比較してみました．こちらは大野瀬です．少し見づらいですが，小さい珪藻やクチビルケイソウ，ハリケイソウ，また糸屑のように見える藍藻など，こういったものがパラパラと出てきます．夏の大野瀬では珪藻が代表的な種類で，それらの量は少ない．それに対して中流域では，ひげ藻といわれる藍藻の一種ですけれども，これがたくさん出てきます．大体春から秋ぐらいにかけては，中流域ではこのひげ藻というものが代表種となって，それらの量が多いといったような違いが見られました．矢作川の藻類の特徴としては，一般に川の付着藻類というのは目には見えない微細な藻類が多いですけれども，先ほど動画でもご覧になっていただいたように，中流域ではこのような糸状緑藻，大型糸状緑藻がしばしばたくさん発生します．これはカワシオグサ，1980年位から矢作川の中流域でたくさん出ました．これが初夏のアユが解禁になる時期に川底一面に生えますと，友釣りのアユの仕掛けにこの藻が絡んだり，また釣り人の足場を悪くするといったことがありまして，地元では非常に嫌われた藻です．そして1990年位になりますと，アユの釣果が下がりました．その釣果の下がった原因の一つとして，この藻の異常繁茂があるのではないかといったことが噂されました．そこで研究所では，この藻の実態に迫ろうと，矢作川の上流から下流にかけて調査を始めました．そうしたところ，カワシオグサだけではなくて，矢作川には何

種類かの大型糸状緑藻が発生していることがわかりました．これはトゲナシツルギという種類です．やはりたくさん発生しますと，川底はどす黒い色に見えまして，その石を取り上げるとちょうど岩のりを塗ったようなこんな感じに見えました．その顕微鏡写真が下になります．カワシオグサよりも一つ一つの細胞が小さくて，やわらかい感じの藻です．

またある時はカワヒビミドロというものもたくさん発生しました．これもやはり同じように石を取り上げると，このように髪の毛のような，とろろ昆布のような藻です．顕微鏡で見ますとこのように一本の細長い糸状体であると．このカワヒビミドロは枝分かれすることはありません．これは上流の大野瀬といった所でも，春先，３月末頃にしばしば良く出る藻です．またある時はアオミドロ，顕微鏡で見ますとこのような藻なんです．地元の人達はこういう大型糸状緑藻を「アオンドロ」という名前で呼んでいらっしゃることがあります．その名前の由来になったのがこのアオミドロではないかと思うんですけれども，このアオミドロも時々カワシオグサと同じような場所に発生します．そしてこちらがカワシオグサ，先ほどからご紹介している藻です．今ご紹介したような大型糸状緑藻の発生状況を示したものがこの図になります．横軸は時間，2000年から2006年までの時間をとっています．そして縦軸は河口からの距離を示しています．この下が河口，上にいくに従って上流に位置します．先ほどの動画でご覧になっていただいた大野瀬はここの位置になります．また古鼡水辺公園，中流域はこの辺になります．次に丸の大きさですが，これは瀬をどれぐらいこれらの藻が覆っているかという植被率を示しています．丸が大きいということは，たくさん生えているということを示します．

次にこの丸の色やパターンは種類を示しています．赤い丸はカワシオグサ，白い丸はアオミドロ，斜め線で示したのはカワヒビミドロ，メッシュで示したのがトゲナシツルギです．この図を眺めてみますと，やはり中流域でこれら大型糸状緑藻の発生が多いということがわかります．特にその中で，カワシオグサというのは中流域で継続して発生していることがわかります．詳しく見るとそのピークというのは，初夏と秋に見られる傾向があります．ではなぜカワシオグサは矢作川の中流域で多く生えるのでしょうか．カワシオグサが大発生した要因として，さまざまなことが考えられるわけですけれども，まず，このカワシオグサを好んで食べるという動物，捕食者がいないということが挙げられます．また，人も，この藻を食べたり，食材にしたり，堆肥にしたりという積極的な利用をしません．それ以外の要因としては，水質が変化したのではないかということが考えられます．さらにカワシオグサは石にくっついて生活していますので，その付着基盤である川底が変化したのではないかといったことも考えられます．そこで水質の変化をまず見てみました．これは当研究所の白金さんが分析した結果のグラフです．横軸は河口からの距離を示しています．左側から上流，中流，下流と，右にいくに従って，海に近づきます．そして左縦軸は全窒素量，右縦軸は全リン量を示しています．窒素量はこの青いラインで示しています．全リン量はピンクのラインで示しています．これを見ますと，矢作川の上流から中流あたりにかけての全窒素，全リン量というのはさほど大きな変動はありません．下流に行くに従って，若干値が上昇していますけれども，それよりも明治用水頭首工よりも下ですね，下流におきましてこれらの値がポンと跳ね上がっていることが分かります．カワシオグサが一番多く生えるというのは，だいたい40㎞位から50㎞位の間ですので，それらの場所で必ずしもこれらの水質の値が高いというわけではありません．カワシオグサの発生と水質というのは，必ず一致しているわけではないということがわかりました．

川底の変化はどうでしょうか．これは名古屋大学の河川工学研究室の方が解析されたグラフを借りてきたものですけれども，横軸は時間，これは1960年から2000年までをとっています．縦軸は，矢作川の中流域における平均的な大きさの砂礫，それが一年間にどれだけ動いたかという日数を示しています．赤いバーで示したところが，矢作ダムが建造された1971年です．それよりも前というのは，川底の石というのは年間30日から40日動いた，しかしこのダムができてから，その動く日数というのは急激に減少していっています．最近，1990年半ば以降はほとんど動いていないというのが見てとれます．カワシオグサが発生したのは1980年代後半ですね．ですから，ちょうどその川底の石が動く日数というのが10日を下回ったあたりから発生してきたということがわかりました．こういう藻類のコントロール，量をコントロールするのには，まず生活史の解明ということが大事です．例えば海苔の養殖では，その研究によって生活史が解明されたということが，海苔養殖を可能にしたという事例もあります．ではカワシオグサの場合はどうなのでしょうか．いろいろ調べてみました．カワシオグサというのは，ここに図で示したような遊走子，これは鞭毛を持って動くことができるのです．草木でいいますと種に当たるようなもので，子孫を残す働きをします．そしてシオグサですね，海のほうにも何種類かたくさんいますけれども，そのシオグサの基本的な生活

史というのは，この図で示したように，ある時こういう遊走子が出てきまして，雄・雌の遊走子が接合してそれが次の世代を作るという，こういう生活史を送っているわけです．

しかし，カワシオグサの場合は，そこがよくわかっていません．いまのところ雄でもない雌でもない遊走子が次の世代を作る，つまり無性生殖をして増えているというように言われています．では矢作川の場合はどうなのか，本当にこういう有性生殖が無いのだろうか，また無性生殖としても，この遊走子はいったいいつ頃出るんだろうかといった，カワシオグサの暮らしぶりについてはまったく解かっていません．そこでカワシオグサの室内培養に取り組みました．その条件を示しました．水温は15度，これはカワシオグサが一番元気に生える温度です．そして光の強さは１万ルクス，曇りの日の矢作川の水深20～30 cm位の光の強さに当たります．14時間明るく，10時間暗いという周期で培養しました．培養液は矢作川の水を滅菌し，それに栄養補強水を加えたものを用いました．これが矢作川で採ってきた藻です．それを１週間くらい先ほどの条件で培養しますと，このように遊走子が飛び出してきます．そしてそれはカップの底にこのような緑色のマットを形成します．これをピペットですくいあげて顕微鏡で見ると，遊走子から発芽している様子，発芽体が観察されました．さらにこれを培養し続けますと，発芽してから10日位経ちますと細胞壁が出来まして，２細胞に増えているのがわかりました．さらに20日後，これが20日位の様子です．そして発芽してから50日位経ちますと，あちこちから枝分かれしてまいります．そして２ヶ月位経ちますと，矢作川に生えているような藻の様子まで成長します．この培養実験から，川で繁茂するまでの間に川底が最低2ヶ月間安定しているということが示されました．ここでちょっと，カワシオグサが放出される様子を動画でご覧いただきたいと思います．

これがちょうどこの穴から一つずつ出てきます，これ遊走子ですね，植物なんですけれども，遊走子というのは，このように動物のように動き回ることが出来ます．出るや否やそこら辺を泳ぎ回って拡散していきます．この穴から出てきます．実際の速度です．大体一つの細胞から完全にこの遊走子が出るのに20秒位かかります．一つの細胞の大きさにもよるんですけれども，１つの細胞から100から300個位の数の遊走子がいっぺんに出てきます．カワシオグサがたくさん生えているときは，だいたい１㎡あたり１億という単位の細胞数のカワシオグサの密度になりますので，その１つずつの細胞から今のように100から数百という遊走子が放出されるということから，かなりの数，もう天文学的な数の遊走子が川の中に放出されているということが推定されます．

では，ちょっと今日のところをまとめてみたいと思います．矢作川の中流域の付着藻類というのは，上流と比べるとその代表種も量も違いが見られました．特に中流域では大型糸状緑藻の繁茂が多く見られます．その大型糸状緑藻の中で，カワシオグサはアユの主な生息場である中流域で長期的に発生していました．そしてそのピークは初夏と秋にあるということがわかりました．また，室内培養からカワシオグサが矢作川で繁茂するのには，少なくとも2ヶ月間川底が安定していることが示されました．今後，カワシオグサの発生を抑えるために，提言を行なっていくわけですが，そのための課題をまとめました．まず一つ目は，カワシオグサをより深く知るということです．個体群の維持や分布の拡大方法を究明していこうと考えています．また培養実験によって，環境条件，たとえば栄養塩濃度や光の強さ，そういったものをコントロールして，成長速度を把握していこうと思っています．二つ目は，繁茂しにくい川底の状態を知るということです．カワシオグサの繁茂には川底の安定というものを先ほど申し上げましたが，そういった生えにくい川底というものを調べていこうと思っています．本流はダムがありまして，下流へ土砂の供給というのが妨げられています．しかし，支流からは土砂の供給がありますので，その支川の土砂が合流する場所に注目をして，カワシオグサの生えにくい川底の条件といったものを調べていこうと考えています．以上です．ありがとうございました．

○司会　引き続き「藻の働きとおいしい水づくり」と題しまして，信州大学繊維学部応用生物学科教授中本信忠様によるご講演です．中本様は微生物，特に藻類の繁殖，生態学的研究をご専門とされ，藻類の水質浄化能に注目し，著書も多くあります．世界各地で生物浄化法で安全でおいしい水づくりに努力されておられることは，マスコミなどでもよく取り上げられておりますので，ご存知の方も多いことと思います．2005年には藻の働きに注目した緩速ろ過技術で，愛知万博「愛・地球賞」を受賞されました．それでは中本様，ご講演よろしくお願い申し上げます．

○中本　ただいまご紹介に預かりました，信州大学の中本です．私は，この20年位おいしい水づくり，どうも生き物がおいしい水を作っているのだ．その大元がどうも藻

ではないかと研究してきました．藻を悪者にしたために，私たちは，おいしい水を作らないようにしてしまった．そこで，藻は役に立っていたということを，今日，お話をさせていただきます．タイトルは，ここに書きましたように「藻の働きとおいしい水づくり」．日本には，おいしい水は，本当はあったのですね．これに書きましたように，日本には生水を飲む習慣があり，清水や井戸水を昔から利用してきました．それは自然のしくみの上手な活用を昔からしていました．安全な水は生き物が作り，微小動物の働きは大変に素晴らしい，その自然の仕組みをもう一度ここでみなさんに知ってもらいたいと思います．みなさん水道水離れになりました．ここ漫画を書きました．私の娘に描いてもらいました．「水道水を入れたら金魚が死んじゃった」というような絵を描いてといったら，こういうように描いてくれました．何も言わなかったのですけど，毒・毒・毒と書いてくれました．どうも毒の水を飲まされているのではないかというような状況です．

日本は和食の文化がある．素材の味を生かす．良い水が豊富で，清水寺は，いろんなところにありますね．それは清水とか井戸水が，大変に安全な水が身近にあったという証拠．また日本はこのように生水がレストランにいけば必ず出てきます．生水を飲む習慣がある国です．それは昔からどうも清水があった，おいしい水があったのです．どういうわけだか生水を飲まなくなった，というのがどうもおかしいのでないのと私は考えています．でも水道水は嫌だと言って，山の清水，名水というところに，水道水があるのに，水を，清水を汲みに行きます．これは，こういう人達は，水道水を信用してない，安全という保証はないが自己責任で水を汲みに行きます．これは，こういう人達は，実は私，行政に対して声を出さない人ではないか，安全なおいしい水を作ってくれよといっていないのではないか，言わないで諦めているのではないか，諦めたらおいしい水は飲めません．というように私は考えています．ところで，水道法というのがあります．水道法第１条ですが，浄水場の定義が書いてあります．それは飲み水を作ると書いてあります．だけど水道水，飲まれない水を作っています．ですからこれはどうも水道局は，水道法違反しているのではないかと私は思っています．皆さんは水道水を飲まない．ペットボトルがそこらじゅうで売られている．山の清水を汲みに行く，ますます，水道水を飲まなくなる．

水道局は飲み水を供給するところですが，蛇口からの水道水でなくて，水道局がペットボトルの水を売り出しました．東京都は東京水という名前のペットボトルをつくりました．去年はまたラベルを替えました．ちょっと違うよと思っています．横浜も日本で最初にイギリス方式の緩速ろ過というのを導入しましたのが明治時代．また，「はまっこどうし」というラベルのペットボトルを作ったのですが，またラベルを替えました．どうもラベルだけでもイメージチェンジしなくちゃいけないのでないかと思っています．埼玉の水，神戸の水，水道局はどうしてなんだろうか．それは戦後急速に普及した米国式の急速ろ過処理といわれる薬品処理で水道水を給水するようになったから，塩素臭い水道水は，飲まれなくなったのではないかと思っています．日本は，明治時代，明治20年，今から190年位前に完成した英国式の緩速ろ過処理を導入しました．戦前は外国船が水道水を船倉に貯水しても，赤道を越えても腐らなかったと評判でした．もちろんその当時はアメリカ方式でなかったから，塩素で消毒していません．それでも水は，腐らなかった．それは自然の仕組みの上手な活用をしていたのです．実は愛知県の岡崎市には，六供浄水場というのがあります．この近くにあるのです．その浄水場では，矢作川の水，伏流水を取水しています．濁りがないので，おいしい水をこういうろ過器でろ過しています．昭和11年に完成してまだそのまま使っています．おいしい水を80年間も使い続けています．こういう仕組みがある．これをもう一度，見直そうよと私は一生懸命言い出しています．

水道の歴史について，ちょっと振り返ってみます．水道の歴史は，約200年前，英国のスコットランドで，ジョン・ギブという人が作りました．それは川原に湧いている清水がきれいだったから，それをまねて作りました．そのジョン・ギブという人は，実は繊維会社の人です．私，繊維学部なのですね．どういうわけだか知らないですけど，まさか繊維学部で，水がやっていて繊維産業と関係しているとは思いませんでした．今から200年前に作ったのは，川原に湧いている清水を，何で繊維会社が水を欲しかったかというと，繊維を染色します，きれいな水を大量に欲しかったのです．余分な水は染色液を流したかったのです，そのためにきれいな水を欲しかったのです．自分の工場で作っても余ったから市内中に売り歩いたのが，公共水道のはじまりといわれています．今から200年前です，ちょうど．その後すぐに英国ロンドンで，ジェイムス・シンプソンという人が，若者です，水道会社に勤めていたのです．その当時の水道会社は川の水をそのまま給水していました．スコットランド方式を真似て作ったのが，緩速ろ過，ゆっくりと砂でろ過すれば良いという方法をしたのが，1829年のことです．そしたら，その給

水地域ではコレラ患者が無いということが分かりました．「お，病原菌も除ける」ということがわかり，世界中に普及し出しました．その後，アメリカに渡ったのですが，アメリカでもうまくいっている所といかない所とがありました．緩速ろ過はどうも濁りが苦手でした．そこで，濁り対策に薬品を使う方法を，ちょうど明治になってからです，100年経ってからです．日本に英国式が導入された頃です．アメリカ方式が生まれました．そのアメリカ方式は明治の末に，アメリカ方式は京都に導入されました．戦後になり，アメリカ方式は良いと思って盛んに導入しました．そこで，私は，「間違えだよ」といいたいのです．実は，カシンベック病騒ぎとか，トリハロメタンの問題とか，クリプト原虫の問題とかいろいろな問題が出てきました．臭い水騒ぎとかいろいろな問題が出てきました．最初のスコットランドの仕組みは川の水を取って，礫と，大きな石です，砂できれいな水を作るという方法でした．横に流しました．砂利と小さな石で，こうする方法とかでやりました．ジェイムズ・シンプソンがしたのは，それを上から下へと自然の仕組みを活用し，上から下へという横流れじゃなくて縦に水を流した方法を採用しました．その場合に沈殿地で濁りを沈めて，その後上から下へ水を流す方法です．それは今言ったように，千曲川や何かの川原ですけれども，川原で湧き出る水を，この仕組みを真似たのです．この時，名前がどうも砂や礫でゆっくりと，砂でろ過すればきれいな水ができる，それでゆっくり砂ろ過，英語でいうと，スロー・サンド・フィルトレーションというのですけど，緩速ろ過という名前です．この名前は，砂で機械的にろ過してきれいにするのではないかと思ってそう付けました．だけど実は違ったのですね．

その当時，テイムズ水道の，テイムズ川の水は，このように下水で汚れてどうしようもなかった．真っ黒だったのです．1832年の当時の絵です．真っ黒，お歯黒ドブでした．その水を顕微鏡で見ると，モンスタースープ，怪物スープといわれるように，ものすごく，こんないろんな動物やいろんな汚いのがいっぱいいたという絵です．そういう水でもきれいな水ができていた．その仕組みはどうしてなのだろうか．この水でもきれいになった．どうもこういうところに病原菌や何かいっぱいいました．どうもこれでゆっくり砂ろ過していたら病原菌が除けると解かりました．そこで，ヨーロッパ中に盛んに普及しました．世界中で，その方法を真似て作るようになりました．今から100年以上前ですけれども，明治25年のことです．ドイツのハンブルグです．このアルトナという町では，ゆっくり砂ろ過で水はできていました．こちらではまだ今作っている最中でした．その時に，コレラが大流行しました．こちらで大量の死者が出ました．ここアルスター川というのですけど，幅２メートル位の川です．ですけど，こっち側では，もうすでに完成していました．そしたらコレラが流行しても死者がいなかった．ここにいる，この人達，実は若者でした．普通病気になるのは子どもとか老人とか，病弱の人です．若者が少し死にました．おかしいなと思ってよく調べてみたら，どうも働き場所がこっちでした．こっちへ行って感染して，住処は，家はここだったです．どうもゆっくり砂ろ過をしていれば，コレラ菌が完全に除けるということが解かり，ますます世界中にこの方法が普及しました．それは明治の初めのことです．ですから日本にも普及しました．世界中がこれを信用したのです．このとき解かった事です．ロバート・コッホがコレラ菌を発見しました．そのロバート・コッホは，いろいろ調べたのですけど，どうも水の中に細菌が100以下になったらコレラ菌がいないということが分かりました．ゼロじゃないですね．この基準が今の水道法の基準です．ゼロじゃない，無菌じゃないのです．ある程度少なくしたら大丈夫と，という基準です．その仕組みはさっき言いましたように，ゆっくりと，砂礫の間をゆっくりとろ過すれば良い．その上に藻が生え，この間に微小動物がいる．これがどうも関係しているのではないか．コレラ菌がいても，塩素を入れる必要が無い，コレラ菌もなくなるというような仕組みができました．ただし浅い池です．ですから，そこで盛んに藻がいっぱい繁殖します．光があって栄養があるならば，藻が生えます．光合成によって酸素を作ります．その浮力の影響で水面に浮いてきます．浮いてきた藻は，このような越流管といってスカムを逃がす，捨てる仕組みがあって，捨てられる仕組みになっていました．藻が盛んに生えました．盛んに捨てられて．そこで顕微鏡で見ますと，ここのところにゴミがトラップされていました．ごみが引っかかっていました．ゴミを引っかける自動ゴミ取り装置になっていることがわかりました．酸素を作ると，水中でいろいろな動物が盛んに活躍できます．そういういろいろな生物が活躍できる仕組みがありました．どうも糸状藻類が連続的に培養できるような系でした．ゆっくり砂ろ過系じゃないということに気が付きました．この仕組みがこうですね，入ってきた栄養を，藻が生えてゴミをつかまえて浮いて捨てられる．酸素がいっぱい作る．それで全部は流されません．動物の餌になります．この砂の間に動物がいっぱいいます．顕微鏡でみなくてはいけないような小さな動物がいます．この動物が細菌を食べてしまった．それできれいで安全な水を作るのだということでし

た．そこで私は，どうもゆっくりの砂ろ過，緩速ろ過法という機械的なろ過でなくて，どうもこの生物群集が大事だと気づき，そこで名前を変える必要があると言い出しました．英語でいうと，エコロジカル・ピューリフィケーション・システムと考えました．生物浄化法という名前に替えないと間違えて，誤解されるといいだしました．

その仕組みをもうちょっと詳しく言いますと，上から下へゆっくり流れています．藻が生えます．この間にいろんな動物がいます．顕微鏡で見なくてはわからない小さな動物がいます．こういう動物は，餌がないところにはいません．餌があるところしかいないのです．餌は上から下へ降りてきます．だから砂の上の方にだけしかいないのです．下のほうは餌がないから何もいない．この動物が小さな動物をもう少し大きな動物が食べる．更にもう少し大きな動物が食べる．という仕組みがありました．こういう動物は食べた後どうするんでしょうか．フンにします．そのフンを上に持ち上げる．ミミズや何かそうですね．いろんな虫がそうです．海岸に泥の塚，要するにフンの塚，いろいろなのがあります．そういう動物は砂の間に入ってきたものを集めてフンの塊にして上に持ち上げる．そういう仕組みあったのですね．そういう動物の役割，ですから下のほうには餌がなくなる，生物もいない，細菌もいないという仕組みです．その仕組みを，もう一度整理してみますと，人間の大きさって１ｍから２ｍぐらいですね，私たちも食べるものは口に入る大きさのものです．口に入る大きさというのは，ご飯粒ですね．ですから，数ミリですから，１ｍじゃなくて，10 cmじゃなくて，１cmで数ミリ，そういうものを食べます．魚が食べるものはといったら，こういう虫，こういう小さなもの，こういうものを食べます．こういう虫はといったら，もっと小さいもの，もっと小さいものを食べます．こういう顕微鏡でみなくてはわからない，こういう繊毛虫類というのは，１mmの10分の１，100分の１，数十分の１のものは食べるものは実は細菌の大きさだったんです．ですからこういう生き物が，すべての生き物が活躍している．こういうものはこういうものの餌，こういうものはこういうものの餌，という仕組みになっていました．濁りを集める．あらゆる生物が濁りを集めてフンの形にする．じゃあフンのかたちね．ここで人間がご飯食べたとき，おなかで全部分解吸収しますかといったらしないですね．それからおいしいものだけ食べますかといったら食べないのですね．

私に孫がいます．孫は新聞が大好きです．広告も大好きです．みな食べちゃうのですね．だから何でも食べてしまうのですね．だけど消化吸収できないのは，みな出てきます．フンになった．動物はえり好みしないで，手当たり次第食べるという仕組みがあります．じゃあ何を，消化吸収しているの?それはおなかに入って消化吸収できるものだけです．小さな虫を考えましょう，こういう虫，おなかに入って出てくるまでの時間どのくらいですかといったら，一時間もかからないですね，数十分，もしくは数分で通過してしまいます．ではその間に分解吸収できますかといったらできないのですね．ものを集めているだけです．考えて見ましょうね，魚が食べます．いろんなものを食べます．食べても分解しません．魚はフンをぶら下げているのを見ます．底の泥を一生懸命つついていますね．何回も繰り返して食べるのです．そうすると泥の間に入った小さな溶けているもの，分解の途中のもの，発酵した途中のもの，そういうものを吸収しているのです．魚もそうです．人間もそうです．歯を持っています．歯は細胞を壊すのです．壊した汁物を食べるのですね．だから良く噛まないといけないです．そういう仕組み．小さい歯を持ってないのは何しているの?ですから，泥みたいのを食べているのです．泥の間に溶けている小さなものを，小さな分子を吸収しているのです．そういう仕組みがありました．

実は，日本の水道が悪くなったのは，原因はこれです．日本は戦争に負けました．進駐軍による塩素消毒の強制です．進駐軍は南方から日本に来ました．野戦で即席に安全な水を作る方法です．それは消毒剤入りの水を飲んだのです．日本中の水道に消毒剤を強制しました．そうですね．塩素というのはブリーチとおんなじです．脱色剤です．それを強制したのです．人間は大きな動物ですから，普通は大丈夫なのです．でも魚は死んじゃいます．そういうものです．米軍は戦争でインスタントに安全な水を作る必要がありました．その当時の日本では，畑に人糞などを撒いていました．それは危険だと思ったのでしょうね．そこで日本中の水道に塩素消毒を強制しました．ですからそれは最低濃度があっても上限がない．その基準を日本中に強いました．その基準をまだ日本は守っています．ですから日本は米軍の支配下のままです．ですけど，戦前は塩素を入れてなくても，赤道を越えても腐らなかったのです．それは自然の仕組みの上手な活用です．さっきの仕組みだったのです．実は，もう一つ例を少し見ましょう．

急速ろ過と緩速ろ過，これは名古屋市の鍋屋上野浄水場です．大正３年に作ってまだ現役です．昔作った浄水場というのは敷地に余裕がありました．だからここに急速，アメリカ方式を作りました．ここは名古屋市の場合は，

犬山の取水場で木曽川の水をとって春日井の沈澱池へ入れて，それからここへもってきました．この仕組み，これお金はかかりませんね．薬品を一切使わないという方式です．ですが，これは機械的に作る，薬品を使う，そういう方法です．その違いは，生物浄化法は沈澱池であって，いろんな生物の活躍でおいしい水を作る．非常にやさしい方法です．塩素を入れる必要ないのですけど，法律で入れなくてはいけないから入れています．それに対して急速ろ過というのは，濁りを薬品で沈めていろいろかき混ぜて，沈澱させて，その上澄みをろ過して，塩素で，細菌が洩れてしまうから塩素で消毒するという方法です．これが急速ろ過方法です．そのときに大量の汚泥が出て，これは産業廃棄物になって，この処理に，実はこの処理の過程でかかる費用よりも，この処理の費用が高いというのが現実になってきました．私はいつも高崎の浄水場を案内します．高崎の浄水場は日本に急速ろ過処理が導入される前の浄水場です．それは川の水を沈澱処理してろ過するだけ．これだけです．これは，90年前の1910年完成です．まだ現役です．誰も居ません．人が居ないのですね．それに対してもう一つ浄水場は，ちょうど東京オリンピックのときに，キリンビールの要請で，高崎にこういう浄水場を作りました．この当時は，濁りがきたら薬品を入れなさいという急速ろ過方式が主流でした．それを前処理に応用しました．だけど，薬品を入れるとキリンビールが使ってくれない．薬品を入れなくてもいいのではないのと考えて，薬品を入れないようにしました．それから深さも変えました．深さも浅くして生物が繁殖しやすいように改良しました．そしたら非常においしい水が作れました．それは日本の厚生労働省とか厚生省とか，日本水道協会の指導と逆らう方法でした．それはビール会社が使っている水を，使ってくれる水をどうしたらよいだろうかと考えた末，わかった方法でした．それは薬品を使わないで自然に任せる方法だとわかった方法でした．ですから，これはなぜおいしいのだろうか．というのは少しでも悪い水道水を供給すると，苦情の電話がきました．水道料金は払わないし，請求もできなかった．しなかった．キリンビール会社が良き水質の監視人がいたのです．PL法施工前からその精神を実行していました．今ペットボトルの水を飲んでいますね．「ペットボトルはけしからん．蛇口の水道水をペットボトルと同じにしてよ」，といわないから水道水は良くならないのです．ですから，それはいけないと，もう一度言いましょう．

さっきの仕組みですね．生物が自然のしくみ．ですから山へ行きます．落ち葉があります．落ち葉の下に土壌があります．その下は，きれいですね．上を削り取ったりしません．ですから川の水をとっていますから，その上を薄く泥だけ取る必要はありますけど，それ以外はあんまりこの生物層を除いてはいけないのです．そこで砂の間を見ましてもね．この間を少しとってみますと，上に藻がありますけど，下は何もなく，きれいです．これ除いちゃいけないです．ほんとはね．それから砂の間の生物が浄化していて，砂でのろ過じゃなかったのです．砂の間の生物だったのです．だからほんとはゆっくり砂ろ過でなくて，生物浄化法という名前にしようよと言いだしました．こうして砂の上をきれいにしてしまうと，藻が発達するのに時間がかかります．それは夏でも10日間位かかりました．藻が生えて，見た目が汚くなったら，ろ過水は，入ってきた水が，汚い水からだんだんきれいになって，非常にきれいになる．ですから上を除いてはいけない．つまり，畑とか山の森林に行って，落ち葉やなんか，土壌層を除いたら泥が中に入っちゃう．だから自然に放っておけよと．そういうことをすれば良いということが解かった浄水場です．じゃ，生物がどこにいるのだろうか，上の１cm位のところに細菌がいっぱいいます．砂のところ，ここは何もいない．この緩速ろ過層というのは，砂が１mくらいです．なんで１m？　それは保険だったのです．もし万が一中に入ったら，それでも大丈夫だというための保険だったのです．保険がうんと厚いろ過方法だったのです．この仕組みを利用して，アジアヒ素ネットワークに勧めて，バングラデシュにゆっくり砂ろ過で，安全でおいしい水を作れるようにしました．藻を繁殖させて，生物を生やして，濁り対策をして，いろいろ綺麗にする方法の浄化施設をつくりました．これで約1,500人分の浄水場です．今年のお正月，またバングラデシュに行って，もっと数家族とか，10家族位用の浄水施設をつくりたいということでした．そこで，この池の水を使って，砂利ろ過をして，砂利で濁りを除いて，一定流量が流れるようにして，それで砂利ろ過をして，砂ろ過をして，安全できれいな水を作る方法を勧めてきました．これは大きな貯水槽です．ポンプで池の水を汲み上げます．夜中にポンプが動くとうるさいから，１日２度だけ，夜中に必要な水をここに貯めて置いて，ゆっくり流れるような仕組みです．こういう施設を作りました．こんなのでも簡単にできます．これじゃお金かからないですね．業者は儲からないです．そういう方法を薦めたりしています．

ドイツに去年の５月に行きました．ドイツの鉄鋼業の町です．そこはライン川の支流なのですけど，そこのルール川の水を取ってきて，川原に浅い水溜りを作って，強

制的にですかね，水を浸透させて，この辺で埋めた集水パイプで浸透水をポンプで汲み上げる，人工的に川の伏流水を作る方法です．こういう方法をしていました．この地下浸透水を取水します．ドイツではこういう方法や，井戸水や人工の伏流水を取水する方法は，水道水の６割で，その内，４，５割は，無処理で塩素添加なしで給水しているということでした．まてよ，こんな情報，日本にないよと思いました．非常に良い方法ですが，業者が儲からないのですけれど，良い方法があっても，そういうのを進めてない．というのが日本の社会でした．えー，というように，気づきました．ですからこういう方法をもう一度，これは自然の仕組みです．川の水，藻が生えたりして，微生物がいて，微小動物がいて，動物は実はですね，藻がないと動物生えないのです．餌がないから．ですから藻が生えて，動物を生やして，動物が濁りを捕まえて，それできれいな水をつくる．そうですね．少し言うのを忘れました．ここのところに生物がいっぱいいます．この縦軸は，インチです．これは100年前にベルリンでのデータです．上の砂には細菌がいて，それから汚れたところは，冬は少し厚いが，夏は薄い，つまり生物が活躍しているのではないか，夏は池の水は汚いだが，冬はきれいだ．じゃ，この間を通過する時間は，せいぜい１～２cmです．汚れているところは．つまりここのところですね．このところを通過する時間はどのくらいかというと，実は数分でした．ゆっくり砂ろ過で時間がかかるよといっているのですけど，実は濁りを集めるのは数分です．「あれ，瞬間浄化法じゃないの」ということがわかりました．ゆっくり砂ろ過というのは，実は保険の時間だったのです．つまり砂の中を通過する時間，大変に保険が厚いのです．そういう保険が厚い方法だったのです．濁りを集めるのは動物が主役でした．動物が増えるためには藻がないといけないです．餌がないといけなかったのです．酸素豊富でないと動物は棲めないです．酸素豊富にする，この役割が藻だったのです．藻が動物の餌になって，何でも集めるよ．それが必要だったのです．ですから，藻がいないといけない．酸素がないと動物こない．動物が集めるのが数分です．分解するのには時間がかかります．分解するのに大変に長い時間をかけます．それはどういう仕組みかというと，動物がものを食べます．糞にします．糞の中が腐るのです．臭いですね．発酵が起こるのです．発酵が起こるといろんなものが壊れるのです．で，小さな分子になるのです．小さな分子になると，いろんな微生物がまた使えるようになります．それを繰り返しているのですね．そういう仕組みがありました．ですから，どうも動物の役割が大事でした．ただし動物が棲めなくてはいけない，動物が棲めるようになるには藻が必要だということに気が付いたのですね．最初は，ゆっくり砂ろ過，緩速砂ろ過は，機械的な物理ろ過と考えました．だからゆっくり砂ろ過，スロー・サンド・フィルトレーションという名前になりました．だけど違います．濁りを捕まえるのは微小動物で，藻は酸素を供給していたということです．自然の河川環境で，水がきれいになるというのは，また，川が汚れるというのはどういうことかと考えてみました．河川が増水すると，急激に流速変化をします．そうすると石が転がります．泥が流されます．生物棲めないのです．そうなると動物は棲めない．そうなると動物は濁りを集めることができない．藻が繁殖できないと動物の餌がなくなる．要するに安定した，環境が必要だったのです．それがゆっくり砂ろ過という意味だったのです．細かな濁りを取られる微小動物がいないと水はきれいにならない．その仕組みだったのです．これは砂でのろ過でなくて，砂の間の生物が活躍している．だから砂ろ過という言葉が間違いでした．機械的なろ過でない．物理的なろ過でない．だから名前を変えましょう．もう一度復習しますと，緩速ろ過は水道水中の1ml中に一般細菌が100個以下ならコレラ患者は出ないと言いました．つまりある程度以下なら良い．無菌の水はありません．無菌なんて関係ない．無菌する方が危険だ．この事をロバート・コッホは言っていたのです．200年前に機械的な物理ろ過と考え，緩速ろ過，スロー・サンド・フィルトレーションと名前を付けました．100年前に，イギリスやドイツのベルリンで，どうも生物が関与していると気づき，生物ろ過という考えや名前ができました．そういう認識が出来たのです．だけどやはり主な浄化の主役は，物理，機械的なろ過だと考え，生物浄化法という名前でなくて，緩速ろ過という名前のままでした．その後，実は藻が悪者だといろんなことを言われ，藻は良くないのではない，機械的で，こんなに遅いというようなことが言われ，誤解されるようになりました．だけど，最近になり，私が，藻が大事だよ，動物の役割が大丈夫だよと言い出しました．そこで，生物浄化法，エコロジカル・ピューリフィケーション・システムと名前を変えないと，また誤解されると言い出しました．この考えが「愛・地球賞」につながったのです．それは，ちょうど２年前でした．

「不思議の水」について話をします．私は，２年前にこういう知識を皆さんに知らせたいと思っていました．どうも誤解だよ，誤解していたら困るよと考えていて，2002年にこの本を書きました．「生でおいしい水道水」

です．この本は，縦書きで一般市民が読むようにと思い，この本を書きました．この本を書いたら，この本を読んだテレビ西日本のディレクターが，中本さんを取り上げたいといって来ました．テレビ西日本の目玉商品として，「不思議の水，1000年の旅」という75分間番組の映画を作ってくれました．フジテレビ系の全国ネットで放送してくれました．辰巳琢郎が私を訪ね，どこで撮ったら良いかと言われました．そこで，インドネシアで撮影したら良いと思い，インドネシアを取り上げてもらいました．この本は，そういう本です．その時に，ちょうど愛知万博で，ちょうど同じ年にテレビ放送もしました．テレビ番組は一般的にこうだということですね．私は，研究者でもあるし，技術者でもあるから，技術解説本を書きたかったのです．そこで，「おいしい水のつくり方」という本を書きました．最初に出したこの本は縦書きですが，この本は横書きの本です．実は，この本の原稿を書いて，いろんな出版社に出してと問い合わせをしましたが，どこの出版社でも出してくれなかったです．取り扱う範囲が狭すぎる．専門書である．こんな本は売れないと言われ，「困ったなー」，「自費出版しかないかなー」といろいろ思案していましたら，宮古島の上水道企業団の企業長が，私を訪ねてきました．実は宮古島では，私のアドバイスでいろいろ改良してくれました．おいしい水ができるようになりました．そこで，企業長は，「中本さん，本出してください，私たちは応援したい」といってくれました．それでこの本を出版することができました．この時，一つ注文がありました．それは，私たちの島は，宮古島です，宮古島は亜熱帯です，亜熱帯なので，日本の本土と違います．東南アジアとか，南太平洋とか，太平洋とかそういうところに行って，いろいろ研修に行きたいのです．だから図や写真，図表には英語でも解説してよと言われました．実は，この本は，表向き日本語なのですが，中を開けると，英語と日本語で全部書いてあります．もちろん，素直で日本語で全部見られるのですけが，外国でも見られるようにと考えて，英語でもわかるような解説本を書きました．この本を使ってJICAの研修をしました．国際協力機構です．いろんな国の人がいます．この本を良かったら母国語に訳してと言いましたら，これだけでわかると言ってくれました．ああそうかーと思っています．この本はいいなと思っています．今日，豊田市の封筒を貰っていました．良く見たら，「プルフェイ・トューラー・デ・トヨタ」って書いてあるのです．「お，もしかしたらこれポルトガル語じゃない?」と気づきました．私は，ブラジルに何回も行っていまして，私にとって，ブラジルは第二の故郷みたいな所です．実は，この本を，ポルトガル語に訳そうと考えました．現在，もうほとんど翻訳は終わりました．ポルトガル語は英語とスペイン語の親戚語みたいな，方言みたいなものですから，ラテンアメリカ全部に通じます．アフリカにも通じます．そのような本を2005年に出すことが出来ました．もう一つエピソードを言いますと，出版社からゲラ送られてきて，本の値段は2,400円だと言われました．そこで，友達に「2,400円になったよ」と連絡しましたら，その友達が，「一般市民は2,000円以上の本を買いません」と言われました．あー困ったなーと思いました．そこで，また出版社に掛け合って，「なんとか2,000円以下にして」と頼みました．そしたら，「うーんこれ儲けがないのですけど」と言われましたが，「じゃあー・・・いいでしょう，2,000円にしましょう」と言ってくれました．「但し印税ゼロですよ」と言われました．あー私は，国立大学の先生です．ですから私達が得た知識，知恵を国民に還元する義務がある．それ以上もらったら二重取りです．だからまぁ良いでしょうと言いました．この本は，ですからそういう本です．こういう本を，少しだけ持ってきました．この２冊の本を，もし良かったら見て下さい．

「塩素臭い水道水は危険だ」と，声を出さないと法律は変わりません．「生物毒入りの水道水はおかしい」と，声を出しましょう．ペットボトルを容認したら水道水に関心がなくなります．おいしい，人間の感覚で判断する，微小生物の方が感度は良い．藻の方が感度は良い，動物の方が感度は良い，魚の方が良い．大きな人間は鈍感です．安全，安全，だけど許容できるリスクということを考えましょう．バイ菌，埃，ウィルス，今，鳥インフルエンザウィルスという問題もあります．そんなのは埃と共に世界中を周っています．私は，藻の研究をしています．内田さんも藻の研究をしています．藻の種類というのは世界共通です．つまり，埃と共に世界中を周っているのです．ウィルスもそうです．自分に都合が良い所に来たら，そこで増えるのです．そういう生物です．努力して無菌にするよりも，そういう生物が繁殖しにくい環境にする必要がある．どうしたら良いのだろうかと考えることが必要なのではないかと，私は思っています．あと１,２分ありますからもう一つだけ話をしましょう．水道料金の話をしましょう．これは東京都の水道料金の内訳です．100円に換算しました．15円は施設建設改良に掛かった借入金の返済．それから施設建設改良のための費用，11円は施設建設改良に掛かった借入金の利息．最新の水道施設というのは，次から次へと作り直さなくてはいけません．最新の浄水場は未完成の欠陥処理だったのです．だ

から，水道局は次から次へといろんなものが必要になってきます．水道会計は，借金だらけだということです．浄水場で水をきれいにするための費用，急速アメリカ方式は大量に薬品を使います，電気を使います，いろいろなものを使います．ゆっくり砂ろ過，生物浄化法ではほとんどお金はかかりません．それからこれ，浄水場からお客様の蛇口まで水を届ける費用．道路を掘り返していますね．塩素を使うからです．塩素は強烈な酸化剤です．水道管が錆びるのです．自然の水脈は錆びないのですね．取り替える必要ないのです．あれ，これも必要なかった．これも必要なかった．緩速ろ過処理なら明治から使いっぱなしでも使えます．これは何だろうか，ダムを作る費用ですけどね．それから水を確保するための，それからメーター代．え，水道代って本当はいくらなのだろうか．で，私たちは言われたままのことをやっています．おかしいよと考える．私は，大学の先生です．学生は考える技術者，考える人になろうということを言っていました．ちょうど時間になりました．どうもありがとうございました．

○司会　これよりディスカッションに入ります．お配りいたしましたレジュメにもございますが，参加者のご紹介を申し上げます．

パネラーとして先ほど基調講演をして頂きました信州大学繊維学部応用生物科学科教授　中本信忠様．続きまして，豊田市矢作川研究所の山本敏哉研究員，同じく白金晶子研究員．そしてコーディネーターとして，名古屋女子大学家政学部生活環境学科教授　村上哲生様にお願いしております．村上様は学位取得後，名古屋市水道局，名古屋市環境科学研究所を経て，現職となられました．ご専門は陸水学で，（財）日本自然保護協会の理事も勤められ，「湖の世界を探る」など，著書も多く執筆されておられます．それでは，ここからは村上様にお任せ致します．ディスカッション，よろしくお願い申し上げます．

○村上　こんにちは．名古屋女子大学の村上です．よろしくお願いします．今から約１時間半，藻類についてお話をお互いにしていくわけなんですけども，長丁場となりますので座ってやらせていただきます．最初にお話したいのは，このシンポジウムの目的は何かということです．ほとんどの皆さんが矢作川のアユに非常に興味を持ってらっしゃるということは，顔ぶれを見ただけでわかります．なんで水道の話がアユにつながっていくんだろうかというような疑問をお持ちになったかもしれません．これから1時間半のシンポジウムで，ぜひ私はそのことを皆さんにお知らせしたいと思います．いいたいことは結局，いいアユを取るためにはいい川にしなきゃいけない．いい川にするためには，やはりそういった小さな藻類に目を向けなきゃいけない．それはいい水を作るためには，藻類の働きを知らなきゃならないということと全く一緒です．ですから，前半の内田さんの話，それから中本さんの話，これはまったく川の中で起こってるようなことそのものの話なわけです．では，私の自己紹介かたがた，ちょっとそのことをお話したいというように思います．

先ほど中本さんが，緩速ろ過池，砂で水をろ過しておいしい水ができるという話をされました．実は同じようなことが川の中でも起こっています．これ，写真，出てますけども，これは矢作川の河口あたりの写真です．矢作川は，みなさんご存知の通り砂河川として有名です．砂が非常に多い河川です．一見してみますと，これ，砂漠のような砂地なんですけども，実はこの砂粒一つ一つを取ってみますと，藻類がたくさんくっ付いています．これは藻類を，砂粒の一つを拡大してみたものです．そこに細かい楕円形のものがたくさん付いています．実はこれが藻類です．砂粒に付着するような藻類がたくさんいるわけです．では，こんな小さい藻類，大体そうですね，１mmの100分の１位の大きさです．これが何をしているかといいますと，これが実はいろんな大きな働きをしています．実はこの藻類，さきほど中本さんの話であったように，光をあびて光合成をやります．光合成をやるということは，酸素を川の中に供給します．酸素がでてきますと，pHが上がってきます．ですから，この砂浜，何もないような砂浜なんですけど，ここに藻類がたくさんいる．そして日中にはpHが上がったり，酸素の濃度が増えたりします．それから面白いことに，窒素とかリンなんかを除去するような働きもあります．この上流の方と，下流の方で窒素とリンをずっと測ってみます．そうしますと，毎回ではないんですけど，時々窒素やリンが上流より下流の方が減ってくることがあります．普通，川は上から下へかけて汚染が進むわけですが，下のほうが逆にきれいになっている．ということは，ここの藻類が，窒素やリンを取り込んでいるんじゃないかというふうに考えられるわけです．ですから，藻類というのは川の中のどこにでもいる，そしてそれが水を作る働きをしている，先ほどの緩速ろ過の話とまったく一緒です．浄水場の中で藻類がきれいな水を作っている．まったく川とそういった浄水場のろ過池の中で同じことが起こっているわけです．こういった藻類の働きで川の水質が作られていく．となりますと，その中に住んでいるような魚，そういうものの生活を考えるためにも，藻類

の生活の知識がどうしても必要になってくるわけです．

これをみなさんに１時間半かけて，ゆっくりと色んな話題を出しながら説明していきたいというように今日は思っています．今日はパネラーの方，３人の方にお願いしております．自己紹介かたがた，今まで矢作川で藻類に関してどのような仕事をやってきたのか，一人ずつお話を伺いたいと思います．まず白金さん，よろしくお願いします．

○白金　矢作川研究所の白金です．よろしくお願いします．私の方からは，一次生産者である藻類，内田さんの方から詳しく藻類についてお話いただいたかと思うんですが，そこに人間が作りましたダムによる変化というようなことを少し加えて話したいと思います．まずは先ほどお話されましたように，河川で最もよく見られる藻類としては付着藻類，川底の石や建造物などにくっ付いて繁殖するもの，こういう藻類というのは，くっ付く場所がないと生育できないという特徴を持っています．しかし，ダムのように水の流れがなくなると，植物プランクトン，水中に浮遊し，流れに身を任せる，こういう藻類が増えてきます．この植物プランクトンというのは，流れがあると生育できないという特徴を持っています．矢作川で，この植物プランクトンがいるのかどうかというのを調べてみました．まず思い浮かべられるのが矢作ダムですね．あのように大きなダム湖になりますと，水が流れないということで，たくさんの植物プランクトンが，出るのではないかと思われました．この図はですね，こちらが源流になります．こちらが河口，矢作川の河口からの距離を示しています．植物プランクトンの細胞数を縦軸に取ったんですけれども，今言いました矢作ダムというのがこの河口から80kmの地点になります．この図を見ますと，矢作ダムではあまり多くの植物プランクトンは発生していませんでした．これは2005年の５月に調査をしたんですけれども，矢作ダムから明治用水頭首工までのダムが連なる区間，ダム群で植物プランクトンの数というのはどんどん増えていくことがわかりました．特にこの一番下流の明治用水頭首工の所で，最も多くなるという結果が出ました．これにつきましては，矢作ダムに比べて小さい矢作第２ダムであるとか，越戸ダムでも，それらが連なることによって大きな湛水域，水が留まっている区間ができているのではないか，そのように考えられました．この右側にある図がホシガタケイソウという珪藻の仲間の植物プランクトンなんですけれども，その数をオレンジ色で示してあります．植物プランクトン全体の数というのがこの緑で示したものなんですが，この植物プランクトンのほとんどを，ダムのある区間ではホシガタケイソウが占めていることがわかりました．このようにダムがあることによって，河川の一次生産者である藻類の形が，付着藻類から植物プランクトンへと変わっていることが，この調査からわかりました．続いてこの植物プランクトンが河川に，他にまだ影響を及ぼしているのではないかということで，これは椙山女学園大学の野崎さんが調べられた結果なんですけれども，このピンクで表したものが矢作川の濁度，濁りになります．この上に黒の線で示したものが，豊田市に降った雨の量になります．これを比べてみますと，このように降水量が多い時には濁度が上がるという現象があるんですけれども，このように多少雨は降っているんですけれども，そんなにたくさんの雨が降っていない時期にもこのように濁度が高くなるということがわ分かりました．それでこの時に川の水を採りまして，その中の植物プランクトンを見てみますと，このように同時期に先ほどのホシガタケイソウがたくさん発生していることが分かりました．ホシガタケイソウがたくさん出ることによって，矢作川の，よくいわれる濁りの原因にもなっているのではないか，そのように考えられています．

○村上　ありがとうございました．ダム湖にプランクトンがたくさん発生して，水道水に臭いがついたり，へんな味がついたりするということはよく聞く話です．私たちは，今までダム湖で発生したプランクトンは川に流れ出すとすぐなくなってしまうと思っていたんですけども，矢作川研究グループ，それから先ほど紹介のあった野崎さんたちの研究によりますと，どうも川のかなり下流の方まで上流のダムで発生したプランクトンが流れていくようです．私たちが矢作川の濁りで感じているものが，実は泥なんかの濁りではなくて，プランクトンの，生きているプランクトンであったり，プランクトンの死骸であったりするようなことがわかった．これは非常に面白い結果ではないかと思います．どうもありがとうございました．では，その流れ出したプランクトンはどのような悪影響を与えるかはまた後半に少しお話をしたいと思います．続いて矢作川研究所の山本さんをご紹介いたします．やっとアユの話に少し近づいてくると思います．お願い致します．

○山本　はい，山本です．よろしくお願い致します．私はもともと学生時代，琵琶湖でフナの研究をしていましたが，こちらに赴任した８年ほど前からアユの生態を研究し始めました．当初，藻類の知識は全くもっておらず，魚だけの知識しかなかったんですが，こちらにきて内田さん

とかの指導を受けながらちょっとずつ勉強を始めております．アユの釣れない問題と，一方で三河湾でのアユの子どもの時期の生態の両方の調査をしていましたので，あまり大きく時間を割いてできてはいないんですが，今までわかってきたこと，私の調査の中で，アユと藻類との関係で調べてきたことを紹介させていただきます．

これは内田研究員が調べられた結果なんですが，矢作川で捕まえたアユの胃を割いて，何を食べていたかというのを消化管の違う部位で比較したものになります．アユの消化が，口があって，食道，胃，中腸，後腸という一連の流れがありますが，内田研究員はこの中で，胃に含まれている藻類，それと消化管の後部のほうに含まれている藻類の比較を行なわれました．３個体ですね，サンプル１，サンプル２，サンプル３で，それぞれこの内容物をみたところ，藻の量でいきますと，当然だんだん消化されますので含まれる量は減っていきます．胃の中に含まれる量が，こちらのほうが，２mm³，これ位の量だとすると，その半分以下の量まで後部では減ります．で，まぁガクンと減るわけですが，この組成を次に見てみます．それによると，胃の部分では，藻の中の全体のうちに，糸状藻類，先ほどの基調報告の中で問題視されたカワシオグサの含まれる割合は１割位だったのが胃の後部では２から３割に，またサンプル２につきましても，１割程度だったのがこちらでは80%で大幅に増えておりまして，見た目で，この藻類の数でいきますと，相対的に胃の後ろの方に含まれる糸状藻類の割合が高くなっていることがわかります．このことからアユの消化管の中では，この糸状藻類はあんまり消化されずに，アユの成長に対する寄与が少ないではないかということが推測されました．これを受けまして，私の方では，天然アユ調査会の協力のもと，実験的にアユの成長を測定することを始めました．この写真は，越戸ダムの魚道において，中電さんの許可を頂きまして，このようなわりと大がかりな水路を作りました．ほぼ木製の実験水路というようになっております．当初これを作ってはみたもののいろんな問題が起きまして，2002年に作り始めたんですが，まずアユが逃げてしまう，アユが飛び出す，アユが死ぬ，そしてイタズラされるとかいろんな問題がありまして，まともにこのアユの成長量というものを測定することができませんでした．非常に苦労しながら，調査会の方にも時間を割いていただいて，調べていく中でようやく2005年ころよりデータといえるものが得られてきました．

去年からアユの成長量を厳密に測る調査を始めたんですが，その際には，この写真のような，縦30，横30cmの人口的な基板を用いまして，これを実験水路の壁に並べておきました．アユは大体1.5mかける1.2mの区画のなかに１匹ずつ投入しまして，この６個のタイルについている藻を放すようにしました．大体合計面積でいくと，６個のタイルで0.5㎡ということで，基本的に今までの実験からすると，アユの生息可能なレベル，面積だということが言えます．この藻類に，水の中に浸ける時間によっておそらく珪藻，藍藻とか，一般的にアユがこれまで食べてきた藻類の層と，問題視されている糸状藻類の層ですね，糸状藻類の層のほうは，この基板を長期間ずーっと置くことによって生えてくるのではないかと思いまして，２種類の藻を生やすことを行いました．去年４月から水の中に浸けていたんですが，なんとか６月，７月になってくると，長期間漬けているものは，糸状藻類が生えてくるようになりましたので，その比較，糸状藻類ばかり食べさすアユと，付着藻類，珪藻，藍藻からなるものを食べさすもので比較を行いました．これは去年の場合ですね，７月の中旬から９月にかけて，今年の場合ですね．2006年の場合です．そういった測定が出来ました．なかなかたくさんのアユを飼育することはできませんので，付着藻類を食べさせたアユは３個体飼育したものの平均値，糸状藻類を食べさせたものは２個体の平均値を，これグラフにしています．これは例えば，７月の下旬において２週間アユを飼育したんですが，その間にどれだけ体重が増えたかということを示しています．こちらの７月下旬頃に付着藻類で２週間アユを飼育したところ，大体５%位の成長が見られておりました．一方の糸状藻類ばかり食わせたものでは，それよりも少ないレベルにいる傾向にありました．こういった付着藻類が多く糸状藻類が少ないという傾向は，サンプルがあまりないんですが，わりといつも同じような傾向にありました．そういったデータを，去年ですね，押しなべてみたところ，14個体のアユが付着藻類を，10個体のアユが糸状藻類を食べさせたときの成長量の平均値を取ったものです．付着藻類を食べさせたものは，平均すると６%くらいの成長に対して，糸状藻類のものは，２%台代，３%未満の成長に落ち着いております．非常に個体によるばらつきが多くて，一概にまだどちらの方が良いという結論までは出ていないんですが，今の段階では，まぁ半分位の成長にとどまっているというようなことがありますので，もうちょっと今後継続してこのそれぞれの藻類に対する成長への寄与の度合いをしっかりとデータ化し，糸状藻類の餌としての価値を見極めたいと思っております．私の方からの報告は以上です．

○村上　ありがとうございました．アユと餌であります藻類との関係については，このあとももう少し議論したいと思います．その前にまず，一応パネラーの紹介をすべてやってしまいたいものですから，次，中本さん，いっぱい喋られたと思いますけども，まだまだ喋り足りないところがたくさんあると思います．一言お願い致します．

○中本　藻とアユですか．おいしい水，この研究を始めたのは，どうも藻の誤解というところから始めました．というのは，私，生物出身です．自然界の，生物が悪者であるというのは，どうもおかしいんじゃないか，僕らが自然界の藻に対して，付き合い方が下手だった，間違えてたと思ったところから，出発点です．たまたま，私，応用学部でありますから，水道というところをやりましたけど，もともと出身は理学部です．ですから河川とか湖沼での藻と，いろんな藻がどうして関係しているのかということを研究しているところから始まったんですけど，今日の話で，白金さんの，藻の話，餌の話，これをいいますと，本当は話すことがだんだんなくなってきましたけれども，ダムでどうしてプランクトンが生えるんだろうかというような研究をしました．実は自己紹介のところに書きましたけれども，淡水赤潮っていう研究で，流れがあるところで，流れに逆らって生える，運動能力がある藻類が生えるよ，でそういう研究をダム湖でしました，昔．その研究と同じ現象が矢作ダムであるよという報告を受けたことがあります．その環境に合った藻が生える，ですから矢作川で糸状の緑藻が生えるのも，もしくはプランクトンが増えるのも，その環境があるからそうなんだと，では，どうしてそうなんだろうかと考える必要がある．それで，対症療法じゃなくて，原理はどうなのかということで，解決策，それは悪者なのか，良いものなのかという方向性が必要なんじゃないかなと思ってます．それからアユと餌の話も少ししましょうか．後にしましょうか．そういうようなところをやってきました．

○村上　ありがとうございました．それではこの４人で，議論を進めたいと思います．それから皆さんからの質問の紙も頂いていますし，また後で時間をとりまして，会場からの質問を受け付けて，実のある議論にしたいというように思います．ここに集まった４人のパネラーはそれぞれ水質，藻類，それから魚，いろんな専門があります．しかし，川を理解するには，水質屋だけ，藻類屋だけ，それから魚屋だけではどうしてもできません．やはりどうしても相互の討論，それが必要となってくるというように思います．私たちはこれから壇上で１時間ほどしゃべりまして，なるべくその水質と藻類の関係，藻類と魚の関係，そういうことを，皆さんにわかりやすい例をたくさん紹介して矢作川の現状を知っていただきたいと思います．

まず一番最初にやはり問題としたいのは，アユと餌である藻類の話です．さきほど山本さんから実験水路で食べてる藻類の種類によって，アユの成長が異なるんだというお話がありました．私も同じような情報を少しみなさんに提供したいと思います．私のは実験水路ではなくて，現実の川の問題です．私は球磨川という九州の川で，ダムの調査をやってきました．球磨川にはご存知のように，川辺川という支川が入っておりまして，ここに大きいダムを作るということで，今全国的にも非常に争点になっている川です．地元の人達が何を一番心配しているかといいますと，川辺川にダムができてきたら，川辺川のおいしいでかいアユが取れないんじゃないかということを心配しています．川辺川には尺アユといわれるほどの大きなアユが取れます．１尺ですから33cmですか，非常にでかいアユが取れます．それがダムを作ることによって，取れなくなるんじゃないかという懸念があるわけです．現実に，ここに球磨川の本流の方には市房ダムというダムがあります．そしてこの市房ダムから濁った水が出てくる場合もあります．ですから地元の人達は，濁った水がアユに悪い影響を与えるんじゃないかということを心配しているわけです．ですから私たちはまず，ダムができる前にダムのある球磨川本川と，ダムがない川辺川でアユを取って，そのアユのおなかの中を割いてみて，何を食べているかを調べました．そうすると，かなりびっくりするような情報が得られました．この丸印で書いたのは，アユが何を食べているかということを示したグラフなんですけれども，普通アユはこういった珪藻を食べています．先ほど私，珪藻の写真を出したんですけれども，こういったこの細長いやつが石の，礫の表面に付いている珪藻です，これを普通アユは食べています．川辺川では，このグラフで水色に塗っているんですけども，100%から90%，それから少ないところで，75%のアユが珪藻をたっぷり食べています．ところが，市房ダムがある球磨川本川にいきますと，ダムの直下では珪藻を食べているのはわずか45%．このあたりにきますと，わずか10%．そして川辺川が合流しますと再び珪藻を食べるアユの比率が増えてきます．では，このダムの下でアユは何を食べているかというと，糸状の藍藻を食べています．これはさきほど内田さんが紹介された藍藻とまったく同じ種類だと思います．こういった細

かい糸状の藍藻，舌を噛みそうな名前なんですけども，ホモエオスリックス　バリアンス（*Homoeothrix varians*）という藻類が生えています．私たち，これはかなりびっくりしました．食べてるものがダムがある川とない川とじゃ全く違う．ない川では珪藻を食べてるんだけども，ある川では藍藻を食べてる．では，これはアユの成長や味に少し関係してくるんじゃないかというようなことを今考えているわけです．山本さんがやってらっしゃるようなアユの消化管の調査，それからアユに実験的にいろんな藻類を食べさせて成長を見る調査，これはですからそういう意味では，非常に面白い結果をもたらすんじゃないかと思います．さて，このようにアユの食べてるものが違うんですが，サイズはどうかというと，私達の調査の結果では，サイズはあまり変わりません．次に味はどうかといいますと，これも味オンチの私たちが食べたところで，あんまり味の差は厳密に差を感じることはできません．大抵はアユの味を調べながら食べるわけではなくて，大抵お酒を一杯飲みながらアユを食うわけですから，なかなか味はわからないんですけれども，素人ではなかなかアユの味の差はわかりません．しかし，アユの内臓を直接食べるようですと，ずいぶんとこれは差があるかもしれません．食べてるものについて，餌によって味が違うかどうか，香りが違うかどうか，これから私たちが研究していく重要なテーマになって来るんじゃないかと思います．先ほどの山本さんの実験的な結果に加えて現実的にこういったダムのあるなしでエサが変わってくる．そしてアユの味も少しは変わるんではないかということでちょっとお話を致しました．このダムのあるになしによって藻類が違ってくる，付着藻類の種類が違ってくるというところはまだまだいろんな解釈があるかと思います．これについて少し議論をしたいんですけども．山本さん，少しアユの餌と味について，今までわかっているようなことを少しお話いただけませんか．

○山本　その問題については，国の研究機関であります，水産総合センターの上田支所というところで，藻類を主体にやられてきた研究員が詳しく調べられています．今から３，４年前に，私と調査会のメンバーで，一緒にそちらに視察に行きまして，いろいろ話をうかがいまして，最新情報を入手することができました．その当時の話がメインになるんですが，まずはやっぱりホモエオスリックス　バリアンスという，そうですね，糸状の藍藻ですね．これの問題に中心になって取り組んでおられたんですが，阿部さんという研究員の話でも，成長に対する差は珪藻であろうが藍藻であろうが，あまり違いはないだろうと言われていました．ただアユが食んだ後，どっちかというと，早く生えてくるのは藍藻が多いので，その研究所では千曲川のところだけ見られて調査されていたんですが，藍藻が増えてるのは，アユがたくさん食んで，そこを耕すことによって，藍藻が主体になっているんじゃないかということを言われておりました．あと矢作川に絡んでの話になりますが，藻類の種類によって差はどうなんだという問題はありますが，それよりも大きい問題は，やはりいろんな水質，水の中に混じってる汚れの成分とか不純物，生活廃水といったようなところがかなり効いてるようにも思います．天然アユ調査会と研究所等で毎年やっている利きアユ会ですね，中流での様々な地点で取ったアユの味を，利きアユによって判断しているんですが，だいたい必ず下流のポイントが一番美味しくないという結果になってしまいますので，一番効くのは水質じゃないかと思います．あとそれに加えて，年による変動，季節による変動もあります．よく言われているのは出水があった後に食べるアユは美味しい．渇水のときのアユは美味しくなくなっているという話もありますので，そういったところ，まだ科学のメスは入っていないと思いますので，アユの味がどのような成分によって決まっているかということは，今後の課題かと思います．ぜひともこの課題については，村上先生のグループと我々矢作川研究所と天然アユ調査会がやってます調査，そして先ほど紹介した実験水路，作るのにかなりコスト，時間を掛けていますので，その施設も活用して踏み込んでいければいいなと思っております．

○村上　ありがとうございました．今山本さんからご紹介あったように，私のところと山本さんとこと一緒になって，アユの味を調べようかという研究を昨年から始めているんですけれども，なかなかまだまだ軌道にのりません．まずいアユはわかるけれども，美味しいアユはなかなか差がつけにくいというところが正直なところです．まずいアユは非常にくっきりと，どこでも差が出てくるのはわかっております．やはり山本さんのご指摘の通り，水質がやはり効いているんだろうというようには思うんですけど，なかなかその因果関係をつかめないところが大きな問題になっています．水質とそれからアユの味，直接関係するわけじゃなくて，その間にその餌となる藻類，それがはさまっている．だから水質が変われば藻類がどう変わるか，それから藻類が変わればアユの味がどう変わるか，この２箇所のところで少し研究を進めたいなというふうに思います．

さて壇上のパネラーは水質や藻類の専門家なんですけ

ども，アユを取ったり食べたりする専門家は，やはり皆さんの方が詳しいでしょうから，漁協の方がいらっしゃいましたら，矢作川のアユの味に関しまして何か藻類と関係するような話題がありましたら，少し聞きたいと思うんですけども．いかがでしょうか．ご発言願えませんでしょうか．

○会場（水野） 失礼します．ただいま山本さんの方から言われました，天然アユ調査会のほうに関わっている者です．利きアユ会をやった結果からいいますと，やっぱり上流部のほうの魚のほうが美味しいっていうこともありますし，それから，やっぱり水温というのも多少関係してくるのかなと．水質だけではなしに，水量とか水温というのも関係してくるんじゃないかなと思います．そんな話しかできませんけど，よろしいですかね．

○村上 ありがとうございました．これからも私たち，矢作川のアユの味の調査に参りますので，よろしくお願い致します．なかなか私たちは，分析はできるんですけども，アユを釣ったりするのがへたくそでもって，どうしてもみなさんのご協力が必要になってきます．アユの話になってきましたので，少しまた話を振りたいと思います．今日，基調報告をしていただいた中本先生は，信州の上田に大学があるんですけれども，実は上田というところは，日本でもっとも最初にアユの養殖をやったところだということで知られております．ですから中本先生に信州のアユの養殖の話を少し，歴史的な話を少しやっていただきたいと思います．お願い致します．

○中本 今，山本さんがおっしゃったように，上田市にある水産総合研究所の上田支所を訪ねてきました．そこは，昔は，淡水区水産研究所という名前でした．戦前に作られた，いわゆる淡水の魚に関する水産庁の研究所です．魚の研究というのは，ほとんどは海水魚なのですけど，淡水魚，川とか湖に生息する魚の研究所が上田にあったのです．それはどうしてかというと，戦前，信濃川の長野県と新潟県の県境に西大滝ダムというのを作られました．ダムが造られる前の明治時代は，鮭が上がってきました，上田までです．それからアユもいっぱいいました．海で育つ鮭はちょっとむずかしかったようです．でもアユは川で育ちます．だけど稚アユが上がってこない．これ困ったと考えたようです．アユは獰猛な魚で何でも食べる．だからなんとかしてアユを養殖したい，養殖させたい，ということをしたのが，小山良一さんという方です．その人が上田で，池でのアユの養殖を始めたのです．アユは清流に棲むというのは嘘で，酸素さえ水に曝気してあげれば良い，しかも餌は何でも構わない．ということを証明し，養殖を始めた人が小山さんです．小山さんは上田から日本全国にアユの養殖を指導して回ったという話でした．そこで，小山良一さんたちが，上田に水産試験場を誘致しました．それで上田がいわゆる養殖業，川の魚のメッカになったのです．それは，上田付近の千曲川の河床には大きな石が多いのです．石の上で珪藻が生えます．その繁殖能力が良かったのです．それで成長速度も良かった．上田がそういう意味でも有名になったという話です．味の話ですが，小山良一さんの息子さんが小山一平さんで参議院の副議長までした人です．その人が言うには，今の日本人は，本物のアユを知らなくなったと言っていました．本物のアユ，養殖のアユばかりだ．本物のアユ，こんな美味しいアユを知らなくなったから困ったと言われました．ですから私も本物のアユを，やっぱり本物はこれだと，皆さんに宣伝しなくてはいけない．本物のアユを育てるようにしなくてはいけないと，私は思っております．

○村上 確か先ほどの話では，上田の養殖では最初は餌として蚕のサナギか何かをあげたということなんですけども，それで本物のおいしいアユはできるのですか．

○中本 アユは獰猛な魚で，上田が一生懸命養殖した時の餌は実は蚕のサナギだったのです．サナギをペーストにして，サナギだけじゃないですよ，いろんなものと混ぜて，それで食べさせました．考えてみたら，サナギは昆虫です．昆虫は葉っぱを食べていますね．桑の葉っぱです．だから植物の味がアユに移っていたのです．その人がいうのは，ペーストにして手にくっつけて，手からアユは食べたって言うのです．アユは人影がくるといけないなんて，アレは嘘なのですと言われました．手で食べさせていたので，ちゃんと手から食べますって言っていました．獰猛な魚で何でも食べるのです．先ほど言いましたように，糸状緑藻のホモエオスリックスも食べます．それから昆虫も食べます．水生昆虫も食べます．何でもかんでも食べるのです．だけど本当においしいのはどうも珪藻らしいということらしいです．

○村上 ありがとうございました．確かに私たち，アユのおなかを調べているんですけども，やはり付着藻類のつきが悪いときには，昆虫なんかもよく大きくなったアユは食べてるみたいです．なかなかアユはいろんなものを食べる，そしてはたしてそれがほんとに味につながるかと

か，非常に面白いところだと思います．中本説によりますと，草を食べてる蚕がアユに食べられれば，その草の味がいくというふうな，食物が利いてくるという話もあります．一方，アユの味と食物，特にアユの香りと食物はあんまり関係ないんじゃないかという話もあります．これはこれからの私達の研究課題になってくるんじゃないかと思います．さて，アユの話に集中しましたけども，何も矢作川はアユだけのためにあるんではないんで，もう少し他の矢作川の生き物と，それから藻類の話に移りたいと思います．今，矢作川の問題の一つとして，カワヒバリガイという貝がたくさん発生しているということを聞きました．実はそれもひょっとすると，藻類の話と関係するかもしれません．カワヒバリガイの調査をやっている白金さんから少しカワヒバリガイの分布と，どうして矢作川でそういうことが広がりだしたのか，お話を伺いたいと思います．

○白金　はい，今本当にカワヒバリガイってすごいんですけれども，実は矢作ダムができた後，カワヒバリガイが出る前というのは，このような造網性トビケラといわれるトビケラが多かった時期があります．このトビケラというのは，さきほどの内田さんの動画にありましたように，網を張って，その網にひっかかった有機物を食べて生きている動物なんですけれども，このように石と石の間に巣を作って餌を捕ります．やはり矢作ダムができた後，川が安定し，そして先ほどの植物プランクトンが増えてきたということで，このような流れてくる有機物を食べる造網性トビケラがまずたくさん増えました．それでたくさんいるなぁと思っていたら，2000年に入りまして，さきほど村上先生が仰られたカワヒバリガイというのがすごい数になってきました．これはもう皆さんご存知だと思いますが，特定外来生物の二枚貝で，矢作川では2004年に見つかったんですが，その時には2.4㎝程の大きさの貝もいましたので，既に2002年頃から矢作川には侵入していたのではないかと言われています．そしてこの貝というのは現在，矢作第二ダムの下流から藤井床固，矢作古川の方でも生息が確認されており，海水が混じらない淡水には，ほとんど棲んでいるという貝になってしまいました．この貝というのが植物プランクトンとか，流れてくる有機物を，さきほどの造網性トビケラと同じように食べているということで，このプランクトンが増えたことが，カワヒバリガイの爆発的な増加につながったと考えています．餌がなければ，この貝も生きていけないはずなんですけれども，この写真のようにたくさんの貝が生きていけるほどの餌が流れている矢作川に，今なっているということだと思います．加えまして，こちらは枝下用水の写真なんですが，このように川底にカワヒバリガイがたくさん流れついていたりとか，こちらは中部電力さんの導水路なんですけれども，ここの壁全部がカワヒバリガイで，このような感じでくっ付いています．多分このあたりですと，１m×１mの中に数万個ぐらいのカワヒバリガイがいるんではないかと思います．このように矢作川流域ではカワヒバリガイが河川，そして利水施設等でも深刻な問題になってきているという状況です．

○村上　ありがとうございました．カワヒバリガイが増える原因のひとつとして，やはり餌が増えてるんじゃないか，餌はどっから出てくるかというと，ダム湖で発生したプランクトンが，先ほどの一番最初の白金さんの発表であったように，ダムから流れてくる．それを食べてカワヒバリガイという生物が増えてくるというお話でした．実は私も同じような現象を他の川でも見てきました．それを紹介したいと思います．

白金さんが紹介したのは貝だったんですけども，私の方は昆虫です．実は私，何年か前に天竜川で調査をしておりまして，その時は私はプランクトンの調査をやっていたんですけれども，天竜川でトビケラが非常にたくさん増えてきています．先程の白金さんの写真でもちょっとあったんですけども，天竜川の大きなトビケラ，あれは天竜川の伊那の方では，ザザ虫として煮付けにして売ってるやつなんですけども，それがたくさん取れます．では，それがどうしてそんなに天竜川にいるかというと，これもやはり藻類と関係があるわけです．これ白金さんが紹介したような，シマトビケラの漫画です．ここにトビケラはこういったネットを張ります．ここにプランクトンを引っ掛けて食べているわけです．そういう生活をするわけですから，どうしても上からたくさんプランクトンが流れてこないと，こいつの数は増えてきません．実際にこのトビケラのおなかを割いてみます．そうしますとここに見えるように，諏訪湖由来のプランクトンがたくさん入ってきているわけです．諏訪湖で発生したプランクトンが流れてくる．そしてそれがトビケラの餌となる．矢作川の場合でもダム湖で発生したプランクトンが流れてきて，それがカワヒバリガイの餌となる．藻類の世界が変われば，そういった水生昆虫や貝の種類も変わってくる．そういうのの良い例じゃないかというように思います．やはり生き物は何でもものを食べなければ生活できません．ですからその餌となるような資源がどのような形でどのようにして供給されてくるのかこれを少しみてみたいと思います．

その餌となる資源は，川の場合ですと，石に繁茂した藻類が剥がれてきたもの，プランクトンが流れてきたもの，それが非常に重要な役割を果たすわけです．ですから何も藻類の研究は，藻類や水質だけの研究ではない．これが先ほど申しましたような，魚ですとか，水生昆虫なんかにも影響を及ぼすということになります．実はこのシマトビケラ，名古屋でも大発生して困ったことがあります．名古屋の街の中に名古屋大学という大学があるんですけども，そこの池から流れてくる川があります．当然池ですから，プランクトンがそこで大発生します．それが川にたくさん供給されます．そうすると，このシマトビケラがものすごくたくさん街の中で発生しました．この幼虫はこういったイモムシみたいなやつで，川の中にいて何の害も与えませんし，信州ではザザ虫として煮付けにして食ってるくらいですから，何も問題ないんですけども，これが成虫になってきますと，蛾みたいな虫になります．それが人家に飛び込むわけです．何も人を刺したり，毒を持ってるような虫ではないんですけれども，非常に人によっては不快感を感じる，それから洗濯物なんかについて，その上でつぶれると，洗濯物にシミを作るような害を持っています．それが名古屋市の街の真ん中で発生したものですから，いろんな方から苦情が来たんです．それは実はトビケラのいたずらなんですけれども，そのトビケラを大発生させたのは，こういった藻類が，そこに原因があったということが，その例でもわかりました．プランクトンの藻類によって，動物なんかの生物の世界が変わる，これもまたみなさんに知っていただきたい話題のひとつです．

さて，みなさんからたくさんの質問をいただきました．後半部は特に矢作川の問題に限って，議論を集中したいと思うんですけども，その中でも先ほど紹介のありました，カワシオグサ，細長い糸状の緑藻なんですけれども，それがどうして出るのか，という疑問が出ております．これは白金さんでもいいですし，内田さんでもいいですし，簡単にちょっとお答えをお願いできませんでしょうか?質問内容は，「カワシオグサ発生が見られ始めたのは1990年ごろということです．この時期，矢作川では何がおこったんでしょうか?」っていうような質問です．それからもうひとつやはり，カワシオグサについての質問です．「20km付近から下流には，大型糸状藻類が発生しない理由は何でしょうか?」っていう質問が来ています．どちらもカワシオグサの発生の時期，発生の範囲について，非常に重要な質問だと思います．お二人の研究の中でわかっているところがあれば少しご紹介していただきたいんですけども．

○内田　内田です．まず最初の質問ですね．カワシオグサが1980年代後半，1990年代にどうして爆発的に増えたのかという理由についてなんですけども，報告の中でも少し触れたかと思うんですが，いろんな原因が考えられる中で，一番大きな要因としては，川底の変化ですね．矢作ダムが出来てからずっと後から，中流域の川底があまり動かなくなったというグラフをお見せしたと思うんですけども，その辺が一番効いているのではないかというふうに考えています．２つ目が，20kmより下流ではなぜ大型糸状緑藻が生えないのかということなんですけれども，私たちの調査地点の一番下が，矢作橋ですね，国道一号線のあたりになるんですが，ちょうど20km位だったと思います．あのあたりになりますと，川底の底質というんですか，それはもう細かい砂になってしまいますので，あのような大型の糸状緑藻がなかなかくっ付くものがない．砂は常に動きますので，ああいう糸状緑藻が発達しにくい，ということが大きな原因だと考えています．白金さん，他に何かあればお願いします．

○白金　はい，十分だと思います．そうですね，カワシオグサは本当に突然，釣り人にとっては生えてきたようなもので，どこに釣りに行っても，カワシオグサが釣り糸にひっかかって困るというようなことで，研究所でも研究を始めたんですけれども，先ほどの内田さんの発表でありましたように，いろいろな原因を考えて消去していくと，やはり今のところ，内田さんが言われたように，川底が動かなくなったということが一番ではないかと思います．先程の内田さんの室内培養の結果でもありましたように，２ヶ月間，カワシオグサがしっかり定着するには時間がかかります．その２ヶ月間というのは１年を割ると６個に割れると思うんですが，年に６回以上何か川底を動かすような攪乱が起こらないと，カワシオグサが剥がれないということになるかと思うんですが，そういうことが起こらない矢作川になってしまったということがやはり原因として一番考えられることだと思います．あと水質のほうも昔に比べれば，少しは悪くはなっているとは思うんですけれども，そんなに大きな変化があったわけでもないので，そのように考えております．

○村上　ありがとうございました．先程の質問のうち，下流の方でなぜ生えないかというと，やはり砂河川，砂ですとか，細かい礫が非常に動きやすいというのが，一番大きな原因じゃないかと思います．私も砂にくっ付いてい

る藻類の話をしたんですけども，あんな小さい藻類しか付きません．糸状になるやつは転がっているうちに剥がれるわけですから付かないわけです．俗にいう「転石苔むさず」転がる石には苔がつかないというのと一緒です．礫が動きやすいと付かなくなるということが，その20kmより下のほうでは動きやすい礫が多いものですから，そういうふうになってきたんだと思います．それから1990年代から増えたのはなぜかという話なんですけども，それについては矢作川研究所と共同研究をやっている野崎さんが同じような仕事をしていると思いますので，研究者の立場として，野崎さんのほうから，どうしてなんだろうかということをコメントをいただきたいと思います．

○会場（野崎） 椙山女学園大学の野崎といいます．よろしくお願いします．中本さんの弟子なのでよろしくお願いします．私は，カワシオグサはですね，実はあまり問題じゃないと考えておりまして，そういう論文をたくさん書いています．それは，私は５，６年調査をしてるんですけども，問題のあった年というのは１回しかないんですね，一昨年でした．それも，そのときアユは豊漁でして，全く問題なかったんですね，つまりシオグサとアユというのはあまり関係がないと考えております．また，シオグサが生える理由というのも，実はかなり年で変わっておりまして，だいぶ生えない年が多いと思うんですよ．むしろ生えるほうが珍しくてですね，生えてしまうと非常に記憶に残ります．ですからその記憶が後を引っ張って，矢作川は大変だというように思っていると私は感じています．今一番大きいのはやはり，初夏の頃に，かなり日照が高くて，川が安定しないと初夏には増えません．ただし冬は，毎年秋から水が安定しますから増えますけども，秋は釣り人はいませんので誰も問題にしません．つまり，まったく川っていうのは，人がいなければわからないようになってるんですね．そうしますと，問題だというところは，人がいるときには問題であると，いなけりゃ問題ではないということがわかっておりまして，あまりこの川においてはカワシオグサはまだまだそれほど大きな被害じゃないというように私は感じています．以上です．

○村上 ありがとうございました．細かい科学的な議論は置くとして，かなり心理的なところもあるんじゃなかろうかという非常に面白いコメントでした．それが正しいかどうかは，いままでの記録を調べるなり，新しく調査をやっていくなりして確かめていきたいというように考えられます．さて，このカワシオグサ，河川で糸状の藻類が出る問題は，中本さんが研究のフィールドにしてらっしゃるような，信州の千曲川でも同じような問題が出てるそうです．では，どういう時にそういった糸状藻類が発生するのか，少し中本さんにも千曲川の例をお話ししていただきたいと思います．

○中本 信濃川の上流部で，長野県側は千曲川といいます．私は，上田地区が一番，アユの生産が高いとか，付着藻類が多いと言っていますが．それについてスライドを2つ持ってきました．右上の方の写真は，これが千曲川でアユが一番多い場所で，石が大きいのです．そういうところでは付着珪藻がいっぱい生えています．ですから，それは流れが激しくて水変動があるというようなところです．付着珪藻が礫に付着し，生長速度が早いのです．雨が少なくて，礫河川でにごりが少なく，付着藻類の繁殖が良い．アユも，餌が多いから多いということなのです．川の側に行きますと，河原には湧き水があります．緩速ろ過の発祥と同じです．こういうところでは，緑色のアオミドロがすごい勢いで繁殖します．つまり，こういうところでも最初は糸状珪藻が生えるのです．それが糸状の緑藻になります．動物による捕食，動物によって食べられてしまうと，動物が食べても消化できないような，先程の話にもありましたが，消化できにくいものに変わります．濁りが少なくて水変動がないと，そのようになります．それから長野市あたりに行きますと，石が小さくなるのですね．石が小さくなると，砂が入ってきます．そういう川原をいろいろ調べました．水位がこのように細かく変動します．生きている藻を調べますと，冬に多くなっています．水温が高い時期は少ないのです．石の表面はこのようになっています．ここを見ますと，死んだ藻がいっぱいいます．それから，夏の間は，石はきれいなのです．付着藻類量は少ないのです．小さな細かい砂が流れてきて繁殖しにくくなる，削られてしまう．そうするとこういうふうになる．千曲川の場合ですが，生きている藻でなくて，死んだ藻が多いのです．大きな石があって，石の上に付いているのは生きた藻が多いのです．そういうような環境，安定した場所だと，どうも緑藻までになってしまいます．この現象は田んぼと同じですね，田んぼの緑色の藻も同じ．それはどうも動物に食べられにくいから，消化できにくいから，そういう種類になります．長く安定するとそうなるのではないか．しかし，不安定な環境だと，生長速度が速い藻が優占して繁殖するということが，千曲川での付着藻類の研究でわかりました．

○村上　ありがとうございました．非常に重要な視点だと思います．と言いますのは，私いままで，藻類がたとえば水生昆虫や藻類に影響を与えるということをお話しました．小さい生物から大きな生物へ影響を与えます．しかし中本先生の観測では，逆に大きな生き物が藻類の世界にも影響を与えるということを示しています．これは生物の相互作用と呼ぶんです．小さいものから大きいものへ影響を与えることもあれば，大きいものから小さいものへ影響を与えることもあります．そういった非常に不思議な，精妙なメカニズムが川の中で起きているわけです．これは非常に重要な視点じゃないかというふうに思います．ありがとうございました．

さて，先程のシオグサの発生については，確かに水質的な問題もあるんですけども，河川の土砂供給が変わってきた．そして河床の様子が違ってきたから，そういったものが発生するんじゃないかという議論もあります．それが果たして正しいかどうか，これからまた検証していく必要があるんですけども．今までのように，土砂の流出が上流で止められているような状況，これは何とかしなければいけないということで，河川管理者の方もいろいろな事業をやってらっしゃると思います．さしつかえなければ，河川管理者の方，矢作で何かやっている事業がありましたらご紹介いただけませんでしょうか．

○中津川　先程，冒頭でご挨拶しましたけど，国土交通省の豊橋河川事務所の所長をしております中津川です．矢作ダム管理所というのもあってですね，そこの所長さんもいらっしゃるんですけども，今日は見えてないと思うので，私のほうから説明させていただきます．矢作ダムの方で，いまの土砂の話に関しましてはですね，いま検討してると．土砂を流す，下流に土砂を供給するというようなことで，バイパス水路を作るとかですね，そのあたり検討はしてまして，具体的にどうなるか，まだ結論は出てないんですけども，そういう方向でいま進めています．少し意見を言わせていただいていいですか．いまダムの話がいろいろ出てますが，やはりダムがあるかないかでどうかということよりはですね，ダムがあって全く問題がないとは言えないとは思うんですけども，やはりダムがあってこういう要因があるんで，それが下流の環境を変化させているという，科学的な説明というのが必要だと思うので，ダムの存在が良いとか悪いとかということではなくて，どういう要因でそういうことになっているかという説明がないと，誤解を与えるんじゃないのかなと，ちょっと聞いていて思いましたので，もしそういうことで悪影響があるのであれば，ダムの具体的な操作を，いまの土砂を流すとかですね，水の出し方をどうするかとかですね，そういう工夫，やり方というのもありえますので，その辺の何か，科学的な解明というのは，ぜひ議論いただければなというように思います．

○村上　ありがとうございました．実は，このダムの議論というのは大抵いつも出てくる問題です．ダムがあるということと，何か不都合なことが起こったということをすぐ結び付けてしまう．それはやはりまずいのではないか，科学的な，合理的な説明が欲しいのではないかということが，かなり言われております．例えば私は，先程の付着藻類が，ダムのある川とない川とでは違うというようなことを言いました．しかし，先程のご指摘どおり，ダムがあれば水質的にはどう違うのか，例えばダムがあれば濁りの出方も違います．それから水温も違ってきます．そういうのが具体的に，藻類の発生にどう関係があるのか，それを明らかにしなくてはいけないんじゃないかということは，研究者が誰も共通に考えていることなんですけども，それが今非常に難しい課題になっております．なかなか自然の仕組みというのは簡単に解き明かせないということになっているわけです．ダムが川にどう影響を与えたか，それは具体的には何が変わってきたのか，ダムができて何が変わったのかということは，これから議論していかなくてはならないと思います．今日はちょっとダムのシンポジウムではないものですから，少しダムの環境影響についてはこのくらいにしておきたいと思います．さて，今まで壇上のパネラーと会場の方の幾人かにお話を聞いて，藻類と私達の生活，川の生活についてお話をしてきたんですけれども，ここで傍聴の方からもご意見を聞きたいと思います．こういったことをもう少し聞かせて欲しいですとか，ここは納得がいかないだとか，そういうものがありましたら，どうぞご遠慮なく挙手をお願い致します．

○会場（横地）　愛知県の下水道課の横地と申します．今日のお話を聞いてましてですね，どうもみなさん生物の専門家の方が多いかなと思うんですけれども，私共は下水ということで，もう少し汚い水を扱いまして，それも生物で処理をしておるんですけれども，今日のお話の中で水質という言葉が出ておりました．特に生物に関わる水質であろうとは思うんですけれども，私ども，下水をやっておりまして，水の汚れというものはどういうものかということを，よく考えることがございます．その中で，何を汚れというんだろうかと．例えば，下水ですとCODとかBOD

だとか，全リンとか全窒素とかいろんな指標があるんですけれども，今日のお話に関連して，今日のパネラーの方に特に，いろいろとお話をお聞きしたいと思うのが，その水の汚れというものを，今日の話に限定しても結構なんですけれども，どのように考えて，とらえてお話をされてるのかなと．その辺をご説明していただけると，参考になるかな，と思いますので，そういう切り口でちょっとご説明を加えていただけるとありがたいなと思います．

○村上　特に川の汚れについて，少し説明したいと思います．川の汚れ，肉眼的に見えるものは，濁りですとかあります．その他にもう少し分析して示さないとわからないのが，窒素，リンなど栄養塩，それから有機物，有機物なんかがありますと，さきほどから何度も中本先生がお話していますように，水が腐って，酸素がなくなって，川全体のいろんな生き物の働きがうまくいかなくなる，そういうのもあります．ですから，私たちが汚れと一口に言っているものを，かなり細かく分ける必要があります．それについてはやはり川の汚れという漠然とした言い方ではなくて，物質として，物として，窒素，リン，それから有機物と，そういった分け方をして，議論しないと本当は深まってこないというふうに私は考えております．川の汚れの測定法なんかについても，中本先生は非常にたくさんの著書を出していらっしゃいますので，どうぞ中本さん，何かコメントありましたら，お願いします．

○中本　はい，水質というのはなんだろうかというのですね．汚れはなんだろうか，何の立場で水質を評価するのだろうか，生物の立場で水質を評価しなくてはいけないのはないでしょうか．生物の立場，じゃ何だろうか，生物の立場というのは，マクロ的に見るならば，魚が棲めるというような指標，魚が棲めるのは何だろうか，それは酸素不足にならないための指標が一番大事ではないか，ですから川が汚れていても，勢いよく流れていれば関係ないのです．「アユが清流で棲むというのは嘘だ」小山良一さんが言ったのですね．大変に汚いところでも曝気していれば，アユは棲める．養殖できる．見た目が山の渓流はきれいです．酸素豊富だったのです．だからアユが棲んでいた．だけど汚れていても，酸素不足でなければ良い．私たちは何のための汚れだろうかというように，数値でなく，生物の立場で，何のためだろうかと，みんな考えて水質を評価してディスカッションしなくてはいけないのではないかと，私いつも思っています．生物の立場で水質を評価するということをいろんなところで書いたりしています．

○村上　ありがとうございました．これも会場からの質問表に書いてあったことなんですけども，同じようなことが書いてあります．例えば，「矢作川の藻類は，ちゃんと役割を果たしているようですが，取り除くことが本当に良いことなのでしょうか」という質問があります．これはさきほどからしばしば紹介されていますように，藻類が有機物の汚濁源となる場合もある，一方藻類の活動によって，酸素が供給されるというプラス面もある．ですから，矢作川の藻類の役割，それから汚濁をどの程度に抑えるべきか，それはやはり，矢作川をこれから私たちがどうしようかということで目標が作られてくるんじゃないかと思います．私たちがまず一番最初にこれから矢作川をどうしようという目標があって，そして具体的な水質基準を作っていく．そしてそれを達成していくための努力をしていくことが非常に重要じゃないかと思います．汚濁というのはなんだろうかということはやはりこういった議論をするときに一番最初にでてくる，一番最初に考えなきゃいけないようなことじゃないかと思います．お答えはそれでよろしいでしょうか．その他にどなたかご質問ありましたら，ご遠慮なく．じゃ，どうぞ．

○会場（新見）　矢作川漁協の組合長の新見といいます．中本先生にお聞きしたいんですけれども，今一番困っておるのは，大雨のときに泥水がダムの中に入ってくる，年に数回大雨が降ると，一年中ずっと濁りっぱなしのようなことがあります．川のほうも困るんですけども，漁協の中で，大きな池を何面か持っておるんですけども，地下水じゃなくて，河川水でアユを飼っております．そうすると，漁協の養殖池も川と同じように濁っちゃうわけですね．それが長期間になると，餌も食わせられない，アユに病気も増えてくる，というような状況が続いて特に去年はそういう点で大被害を受けたんですけど，先程泥水の中でもアユは育つよと，酸素さえ入れてやれば育つよということを言われました．矢作川漁協の池の場合，その泥水を，川から直接とっておるわけですけれども，養殖場の中にとった時点で，泥水を若干なりとも薄くする方法があるかないか，薄くすれば泥水の中でもアユは飼えるのかということをお聞きしたいと思います．

○中本　はい，泥水というのは基本的にあまりよくないですね，生き物だったらいいのですけど．つまり有機物の汚れと，泥の汚れ，生物が利用しにくい汚れです．緩速

ろ過処理でも，その汚れを何とかして除こうと苦労しています．泥水がろ過池に入ってくると，藻の上にくっ付いてしまう，生物がうまく繁殖できない．だから泥を沈めるために，沈殿池を作るとか，そういうことをしています．でも沈殿池を作っても除けないことがあります．細かいささ濁りというのは．ではどうするかということです．水田に濁り水が入ってきます．でも，水田から出る水はきれいなのです．それは水田の中に稲などが育っていて，その隙間に生物がいるのです．浅くして，藻が生えていて，動物プランクトンとか，いろんな虫がいます．カワヒバリガイもそうでしょう．結局，川の中の細かい濁りを漉して取る，そういう動物を生やすことが必要なのです．そうすると，濁りを集めて捨てる．集めて下へ沈める．そういう仕組みをつけてやれば良い．実は粗ろ過といいまして，砂利の間でろ過をするのです．砂利の間に餌があれば動物が増えます．そうすると濁りが少なくなる．濁りだけではいけないのです．エネルギー源，いわゆる炭素源，餌にもならなくてはいけないのです．だから泥水だけだったら動物は増えられないのです．動物が増える，動物の餌が増えるような浅い池を作る．田んぼみたいです．有機物と泥が一緒にくれば，虫が増える．そういう仕組みをバングラデシュに作ってあげたのです．バングラデシュという大陸の河川では泥水です．いつも茶色く濁っているのです．細かい泥，それを除くための仕組みは，動物を増やす，藻を増やすことです．そこで，浅い池を作り，藻を増やし動物を増やしてそれで濁りを落とそうという仕組みを作りました．バングラデッシュだけでなくて，インドネシアにもそういうのを作りました．そして水をゆっくり砂ろ過処理をする．そのような仕組みです．ですから，そういうような水路を作って，いわゆる湿地帯というのですか，そういうような浅い水路を経由すると，濁りが落ちてくる，その仕組みの鍵は動物だったのですね．動物を増やす工夫をすれば，少しは良いのではないかと私は思っています．

○村上　もうひとかたいらっしゃったと思いますけども．

○近藤　近藤といいます．中本先生の講演を聞いていて，私，市会議員ですけども，我々議会としてもですね，おいしい水を作るためにはどうしたらいいかということを，特別委員会とか作ったりして，いろいろやってきたんですけども．その中で塩素を入れなきゃいけないという，これは水道法か何かで決まっているんですか．少なくとも1ppmですか，これ以上は1から5くらい入れなきゃいけないというお話しで．まあ1からだったらなんとかなるんじゃないかという話がありましたけれども，今の先生のお話をお聞きしてると，そんなものも入れなくてもちゃんとおいしくて，バクテリアのいないそういう水が出来るんだよというお話を聞いてですね，非常にこれはいいことだなと思うんです．先生のご意見と政府というか，そちらの意見がどうなのかなと．これは法律で決めちゃったから絶対やらなきゃいけないということでいわれるのか，それとも，先生の意見を取り入れて，そういう方向で少し考えてみようかという動きにあるのかどうか，もしお分かりだったら教えていただければありがたいなと思うんですが．

○中本　去年の11月に，NHKの夕時ネットワークというのがありまして，この辺は放送されたかもしれないのですが．関東の首都圏放送センターが作りました，30分番組です．その中で，生物処理の緩速ろ過処理を取り上げようと思ったのは，皆ペットボトルを飲む．おいしい水をつくる取り組みがある．高度浄水処理で東京都の水道水はおいしくなった．だが，そうでなくてもおいしい水があるというのを取り上げたかったのです．そこで，私を取材しにきました．結果的にいろいろ打ち合わせをしました．番組作っている最中でしたが，最後の方になって，やはりこれは厚生労働省までアタックしなくてはとなりました．その番組では，本当は，1974年のトリハロメタン騒ぎを取り上げたかったのです．NHKから怒られちゃうかもしれないのですが，コンシューマーレポートを取り上げようと思って，その本物のコピーを受け取ったり，その部分を翻訳して渡したのです．厚生労働省にアタックしたら，法律上，今は，塩素添加を否定できないでした．放送の前の日になって私のところに電話がかかってきて，「中本先生，塩素を肯定します」，「高度処理も肯定します」，「ごめんなさい」といわれました．いわゆる鑑みて，企画を変えたということをしました．結局，本当は，塩素添加をしたくなかったのだけど，法律上そうなっている．では，その解決策があるだろうかです．実は，今，国も塩素はだめだよということはわかっています．だからいま紫外線消毒でやりましょうと言い出しました．つまりヨーロッパなどの流れがそうなってきました．そういう方向でやりましょうです．だけど全部の自治体でそうできない，だから，今，一生懸命，何とかしたい．多分，数年後ぐらいには「浄水場で，塩素で消毒しましょう．もしくは消毒しましょう．ただし，末端で塩素を検出しなくてはいけないという法律はやめましょう」という方向に動くと思っているところです．ですからもうちょっと皆が声を出せば，動くのではないかと思っています．それとともに，水道特区というのがあり

ます，僕らが住民といろんなところで，「おれはこれでいいよ」と，「責任は自分のところで取りましょう」という方向です．国は，現在，権限委譲を一生懸命しています．そうすると少なくとも，そういう方向性の流れが少しはでてくる可能性があります．そういうような動きですが，群馬県知事が，水道特区を作って，塩素を入れない地区を作りましょうといったのですけど，結局圧力にあって，ダメになりました．ですけど，今，雰囲気としてそういう動きが少しずつ出てきているのが現実です．だからもう少し，皆さんが声を出しましょうというのが，私の本音です．

○**村上**　ありがとうございます．やはり飲み水は非常に皆さん興味のあるところで，だんだん藻類のシンポジウムが水道のシンポジウムになってきたんで，そろそろ方向を変えたいと思います．もうそろそろ時間もなくなってきました．ここで最後の話題として，これからも矢作川研究所，それから私達，矢作川研究所と共同していやっているグループは，矢作川の藻類の調査を続けようと思っています．では，これからどのような仕事が，矢作川研究所なり，私達の興味の中心であるのか，それを最後に矢作川研究所のお２人から語っていただきたいと思います．

○**山本**　魚を対象にしている私と，藻類を関連付けた今後の展望としては，プラス面では先程申しましたアユの味と藻類との関係について共同研究することにより，おいしいアユを求めていくことに対して何らかの貢献ができるんではないかと思っております．一方のマイナス面につきましては，先ほど白金研究員から，大量のプランクトンが流下しているという事実がありましたが，実は２年前のこのシンポジウムで，私の海域でのアユの子どもの時期の調査結果から，海底にヘドロ，有機物がたまったところにはアユはいないんじゃないかと考えているという報告をさせていただいたんですが，その有機物，ヘドロの源の一因として，こういった大量の植物プランクトン，あるいは，カワシオグサも，ひょっとすると，アユの話の中で非常に消化されにくい，堅い藻類ということがあります．時には今でも矢作川で大発生している時期もあるんですが，行方がどこなのかということです．どうやってそれが消えていってるのか，つながりはどこにあるのかということも，海にたくさん堆積しているヘドロとの関係で，気になってるところでありますので，今後，中期的には矢作川の中，下流域においてこういった有機の懸濁物，このつぶつぶの成分の実態の調査というものも魚と関係づけながら，見ていきたいと思っております．以上です．

○**村上**　ありがとうございました．今まで藻類の影響を川だけに考えていたんですけども，それはやがて海に流れ出す，そしてそれが海の底に体積して，アユの稚魚が過ごすべき内湾が，上流から流れてくる藻類によってその内湾の環境が変わってくるんじゃなかろうかってことまで視野に入れて，山本さんはこれからの研究をやられるそうです．白金さんはいかがでしょうか．

○**白金**　先程，中津川所長の方から，ダムばっかり悪者にするなとお話があったかと思うんですが，さきほどの植物プランクトンが，たくさんダム群のところで発生するというのは，2005年５月，かなり，渇水というか，水があまり流れていない時期のものでした．同じ調査を2005年の９月にも行なっております．この時の結果は，実は思っていた通りの矢作ダム，一番大きなダムでは植物プランクトンが発生していたんですけども，その下流の小さなダムではあまり発生しておりませんでした．これを見ますと，流量が多い時というのは，それほど問題にならない，と，このホシガタケイソウというのは野崎さんの調査結果からもわかりますように，５月から６月に発生のピークを迎えるという藻類です．この藻類が，矢作川では植物プランクトンとして大量に発生しますが，他の藻類は現在それほど問題になっていません．ですから，この５月から６月，水の少ない時期に何とか水を流せば，きっと植物プランクトンの発生というのは抑えられる，水量をコントロールできれば，この発生を抑えられるということは考えられます．しかしこの時期，非常に水が必要な時でもありますし，なかなかそのようなことができるのかどうかわかりません．しかしこのようなデータを出していくことで，こうしたら矢作川が少しは良くなるんではないかという提言ができるような調査をしていきたいと思います．それからもう一つは，河川の主な一次生産者は付着藻類ですが，それがダムによって植物プランクトンに変わることで，それら食べている動物がどういうように変わっていくのかといった食物連鎖をきっちり押えまして，矢作川の一次生産者の変化が河川生態系をどう変えてきているのかということを，もう少し詳しく調べていきたいと思っています．

○**村上**　ありがとうございました．中本先生にも，藻類について最後一言だけお願いします．中本先生に，水道についての質問がたくさんきておりました．しかしそれはたいてい中本先生の本に書いてありますので，どうぞ入り口に本が売ってますので，売上にご協力お願い致します．

○中本　私は，もともと植物プランクトンを研究して，こういう道に入りました．ですから，さっきも言いましたように，生き物の立場になって考え，生き物を昔から利用していたのではないか．江戸のリサイクル文化を見直そう，そういう動きがあります．それはエコロジカルであって，エコノミカルであった．それは持続可能な社会に貢献するのではないか．新しいもの，新しい技術が一番いいのでなく，本当にいい技術は何だろうかと見直す．だが待てよ，本当かな，もしかしたらもっと賢い利用があるのではないかという方向性があるのではないか．それは藻から研究を始めましたが，藻だけでなく，あらゆるところにあるではないでしょうか．僕らは考えましょう，ただ言われたのでなく．「だが待てよ，本当かな」という姿勢を皆が持てば，世の中は良くなるのではないかと思ってます．

○村上　ありがとうございました．では，最後に話のまとめといってはなんですけど，パネラーが話したかったことだけを最後に一つだけ話したいと思います．

私たち，内田さん，白金さんの話にもあったとおり，生物の世界をピラミッドに例えています．一番頂点に鳥がいて，その下に魚がいて，魚の餌となる水生昆虫がいて，それから藻類がいるというように考えております．今日お話したかったのは，この一番下の，藻類のことを考えてもらいたいということで，お話をしました．私たちはもちろん相手にしたいのはこのピラミッド全体，川の生態系全体を相手にしたいわけです．そして特に漁業者の方はこの真ん中の魚が非常に重要です．しかしその魚だけやってもしょうがない，生態系全体を扱わなきゃいけない．しかし生態系全体を扱うのは技術的にも非常に難しいものがあります．ですから一つの考え方としては，トップダウンといって，一番生態系の頂点にいるようなもの，例えば鳥です．猛禽類，鷲鷹類を調べて，このピラミッドの成り立ちを調べるというのも一つの方法です．もう一つの方法は，その底辺の一番下の生き物，これは藻類なんですけども，この藻類をピラミッドの底辺の一番上において，じゃ底辺がこの位の大きさだから上のほうのピラミッドはこうなると考えるのがボトムアップの考え方です．ボトムアップそれからトップダウンの考え方．これが二つの生態系の考え方になっています．今日お話したのはこのボトムアップの考え方です．もちろんこれだけでは片手落ちですので，当然トップダウンの考え方も必要でしょう．その二つの見方があって，初めて川の本当の姿がわかってくる，そしてその本当の姿がわかれば，魚もたくさんとれる，おいしい魚もとれるんじゃないかというふうに思います．今日は，藻類という，非常にみなさんになじみの薄い生き物を紹介しました．これは私たちパネラーが非常に，みなさんに受け入れられるかどうか，心配してたところなんですけども，これを知ってもらわないと本当にこれからの川のことは分からないし，矢作川研究所の仕事も理解してもらえないんじゃないかと思って，こうした難しいテーマにわざわざと挑んだわけです．今日は時間も少なくて，あまり十分にお話できなかったかもしれません．このあと私たちはもう少し会場に残っておりますので，どうぞご遠慮なく質問等ありましたらお聞きして，懇親を深めて，なおかつ藻類のことについても理解を深めていきたいと思います．大変短い時間でしたけども，これで討論会を終了したいと思います．では，マイクを司会者の方へお返しいたします．

○司会　どうもありがとうございました．パネラーならびにコーディネーターの皆様，そして会場の皆様ともども，大変熱心な議論をしていただき，あらためてお礼申し上げます．パネラーならびにコーディネーターの皆様がご退席されます．盛大な拍手でもってお願いしたいと思います．どうもありがとうございました．

以上をもちまして，平成18年度第12回豊田市矢作川研究所シンポジウムを終了致します．