

① ②

環境科学の目で 滋賀の地域を見る

琵琶湖と水草

浜端 悦治
環境生態学科

はじめに

琵琶湖とその周辺内湖には、現在、8種類のシyajクモ類、4種類の外来種を含め35種類の沈水植物（水草）が生育していると考えられている（Hamabata and Yabuuchi, in press）。日本全国の湖、中でも低平地の湖では1960年代からの高度経済成長に伴う湖沼の富栄養化によって、生育する水草が激減した。特に浅く貯水量の少ない霞ヶ浦のような湖沼では流入河川の影響が短期間で現れ、水草群落は壊滅的な被害を受けた。それに比べ琵琶湖は主湖盆である北湖の平均水深が44 mもあり、またその周辺は南湖に比べ都市化の進行が遅れたことから富栄養化の影響が比較的軽微で、貧栄養から中栄養に推移した程度で済んだ。それに比べ南湖は平均水深が3.5 mと浅く、また草津市や守山市といった南湖集水域での市街地化が進み、人口増加も著しく、それに伴って南湖の栄養塩レベルも富栄養の段階にまで進んだ。それによる透明度の低下のために、1990年前後の南湖は、霞ヶ浦同様ほとんど水草群落が見られない状況に陥っていた。

大渇水と水草群落の回復と湖沼水質の改善

こうした中であって、全国的に高温少雨の年であった1994年夏に、琵琶湖では1874年の測定開始以来最低となる低水位（-123cm）を記録した。この水位低下は連日の晴天に伴う日射量の増加とともに、水深の浅い南湖においては、水草にとっての光条件の改善となり、夏期を生育時期とする在来種のクロモなどの種群の成長を助ける結果となった。こうした-1 mに近い夏の水位低下が、その後2000

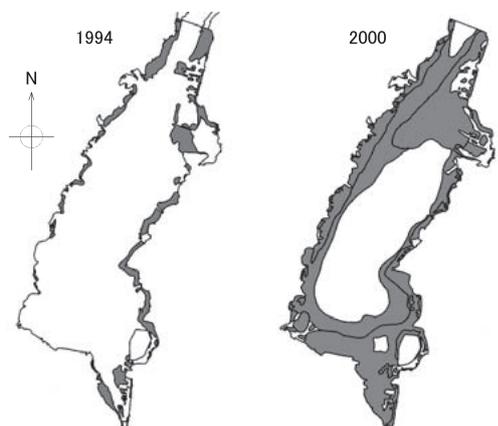


図1 南湖における沈水植物群落の増加

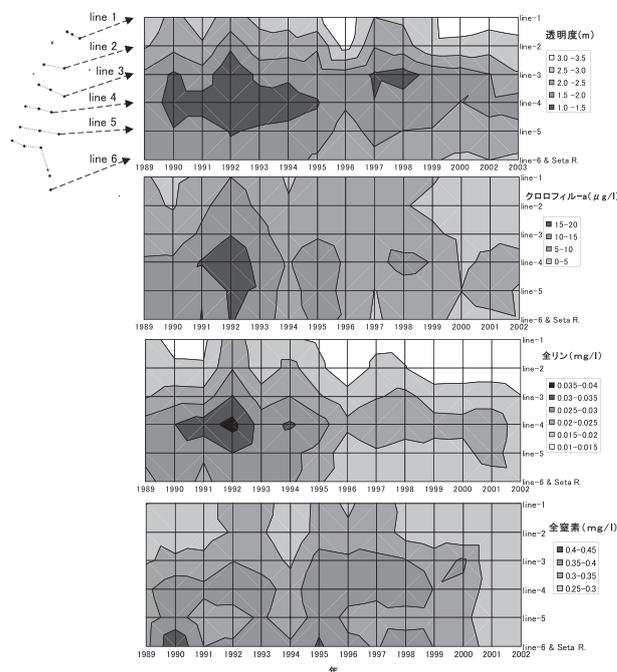


図2 南湖における水質の経年変化

年、2002年と頻発した。これら低水位や後述する透明度の改善が、湖底に残っていた、あるいは南湖の上流側にあたる北湖から流されてきた水草の種子等からの発芽を促進し、南湖の水草群落の回復が進んだと考えられる。1994年の大渇水が進行している最中の8月に撮影された航空写真を用いて推定された水草帯の分布面積の南湖面積に占める割合は11%であったが、2000年にはそれが52%になり（図1）（浜端、2005）、さらに近年では80%を越えていると考えられている（芳賀ら、2006）。

こうした水草帯の回復に伴って南湖水質の改善が進み（図2）、水草帯が透明度を始めとする水質改善に大きく関与している可能性のあることがわかってきた。その水質改善機構として考えられているのは、水草群落が存在することによる底泥の巻き上げの抑制、栄養塩をめぐる植物プランクトンとの競争、中でも有力視されているのは、密度の高い水草群落があると、そこで動物プランクトンが多く生残でき、その採食により、植物プランクトンの減少が起こるといった生物間の相互作用である（Scheffer et al., 2001）。水草群落が動物プランクトンを増加させるという実験結果を得ることは難しいが、水草帯は以前から魚類の産卵や仔稚魚の生息の場としての重

要性が認識されていたし（河崎、1936）、滋賀県漁業調整規則でも1991年の改正以前は、5、6月の藻類の採取が禁止されていたことからすると、水草帯が魚類の揺籃の場となっていることは事実であろう。2010年8月にモンゴルの湖沼オギヌールで水草の調査を行っていた際、ナガバエビモの群落に多くの稚魚が集まっている様子（図3）を目撃し、それを実感もした。動物プランクトンばかりではなく、沈水植物の茎等はヨシと同様、付着性の藻類や微生物が生育する重要な場ともなっており、これら多くの生物群が群落内に生息することによって水中の栄養塩を減少させ、群落全体として高い水質浄化機能を持つ結果となるのであろう。



図3 モンゴルオギヌールのナガバエビモ群落にて撮影

琵琶湖の沿岸帯の現状と保全

大型の動物にとっても水草群落は重要となっている。琵琶湖は1993年にラムサール条約登録湿地に指定されたが、琵琶湖には多くの水鳥が越冬のために飛来して来る。特に個体数が多いのはガンカモ類の水鳥で78,000羽にもものぼると言われ、その半数は植物を採食すると考えられており（須川・橋本、2007）、特に沈水植物の越冬器官（塊茎や殖芽、地下茎など）が、そうした水鳥にとっての重要な餌資源となっている。微生物から水鳥といった多くの生物群を育てている水草群落が生育する浅水域は、湖沼生態系の重要な一端を担っている。

1980年代の南湖東岸に陸側から到達しようとする、湖岸線に対して垂直に入る道しがなく、湖岸部を南北に移動するには、また今来た道を戻り陸側でまず南北に移動してから、再び湖岸に向かうしかなかった。その後1990年代には、琵琶湖総合開発計画によって湖岸堤（及び管理道路）が作られ（図4）、湖岸への到達性は格段に向上し、湖岸部での南



図4 湖岸堤工事完成直後の赤野井湾付近（県地域振興室撮影：1991/8/18）

北移動は楽になった。しかしそれは湖岸断面で見た場合、陸と湖との間の水を始めとする物の動きが湖岸堤によって分断されたことを意味している。その結果、増水期の湖水は湖岸堤で止められ、陸側の水田地帯へは広がらなくなり、雨季に水田で産卵を行っていた多くの魚種などにとって繁殖の重大な障害となってしまった。この湖岸堤の建設は、戦中・戦後の食料増産を目的として行われた、内湖（ないこ）と呼ばれる琵琶湖岸の付属小湖沼の埋め立て、もしくは乾陸化工事に次ぐ沿岸帯の改変と言える。

健全な湖沼生態系を取り戻すためには、こうした陸域と水域のエコトーンで進められ過ぎた人工化を、自然な状態に保全・修復することが必要となる。そのためには内湖の復元や低平地の休耕田となっている農地の湿地としての一次的な利用、そして水管理のあり方などが検討されなければならない。また、湖内については、琵琶湖に比べ富栄養化の激しかった霞ヶ浦では、現在、湖内に実験施設を設け、沈水植物の復元実験が行われているとともに、湖岸の沖合に消波柵などを設け、湖底の浚渫土を投入し、沈水植物群落の復元の試みも行われている。琵琶湖では渇水によって、こうした努力を行わずして群落が偶然に回復し、水質の改善は進んだ。しかしその一方で水草の過繁茂が今日では問題となってきており、水草の適正な管理手法のあり方の明確化が求められている。しかし、それにはオオカナダモやコカナダモといった外来種を減少させ、在来種の過繁茂を抑制するとともに、なおかつ固有種ネジレモなどの希少種の保護を図るといった複雑な連立方程式を解くという課題が科せられている。

引用文献

浜端悦治（2005）琵琶湖の沈水植物群落．琵琶湖研究所所報 22: 105—119.

- Hamabata, E. and Yabuuchi Y. (in press)
Submerged macrophyte flora and their long-term changes. In: Lake Biwa : Interaction between Nature and People, Kawanabe, H., Nishino, M. and Maehata, M. (eds), Springer.
- 芳賀裕樹, 大塚泰介, 松田征也, 芦谷美奈子 (2006)
2002年夏の琵琶湖南湖における沈水植物の現存量と種組成の場所による違い. 陸水学雑誌 67: 69-79.
- 河崎顯正 (1936) 滋賀縣之水産. 320pp. 明文舎, 滋賀縣坂田郡長濱町.
- 須川恒, 橋本啓史 (2007) 琵琶湖の水鳥. 琵琶湖ハンドブック (琵琶湖ハンドブック編集委員会編), pp. 94 - 95, 滋賀県.
- Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J. A., Folke, C. and Walker, B. (2001) Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413: 591-596.

滋賀県の森林植生の現状と環境

籠谷 泰行
環境生態学科

滋賀県は県土のほぼ全体が琵琶湖を中心とした一つの集水域となっている。その県土の約50%、琵琶湖等の水域を除いた陸地面積の6割強を森林が占めている。県内の森林は、琵琶湖の水環境をはじめ、多様な生物の生息地として、大気中の二酸化炭素の吸収・固定源として、地域や地球の環境形成に寄与している。この森林の内訳は、スギ、ヒノキなどの植林された人工林が42%、アカマツやコナラなどの二次林(里山林)を主体とする天然林が54%となっている(滋賀県琵琶湖環境部森林政策課、2009)。原生林と呼べるようなものは県土の2%にも満たない状況である(浜端、2001)。

「滋賀県森林・林業統計要覧」や「滋賀県統計書」により県内の森林面積(図1)および蓄積量(図2)の推移をたどってみた。森林面積は1950年には2,202km²、2008年現在では2,020km²で、この60年近くの間には8.3%減少したことになるが、変化は比較的小さかったといえるだろう。とくに最近30年間ではほとんど変わっていない。ただし、森林の内訳には変化があり、天然林から人工林への転換が1960年代から80年代前半にかけて急速に進み、1989年には人工林面積の森林面積に占める割合は40%を超えた。それ以降、人工林の拡大は緩やかとなり、現在ではほとんど横ばいの状況となっている。一方、森林の樹木の材積を示す蓄積量は年々着実に増大し、1957年の1.17 × 10⁷ m³から2008年には3.40 × 10⁷ m³と約3倍になった。この傾向は人工林、天然林ともに認められるが、とくに人工林での伸び率が高くなっている。このように、今日にいたるまでの約半世紀の間、県内の森林は着実に成長を続け、その分だけ年々物質を吸収・固定し、下流域への負荷を抑えてきたということになる。あるいは大気中二酸化炭素の吸収・固定についても同様にいえ、例えば最近25年間では県内の森林の樹木は、概算で1haあたり20tC、総量では4 × 10⁶ tC蓄積してきたことになる。滋賀県の森林は成長とともに環境保全の機能もこのように果たし続けてきたといえる。

こうして県内の森林がとくに面積を減らすことなく、成長を続けて木々が大きくなったことは、森林そのものや環境にとってはとりあえずよかったという言い方はできるかもしれない。しかし、今後を見据えて改めて現状を分析してみると、人工林も天然林も決して安心できる状況にないことがわかる。

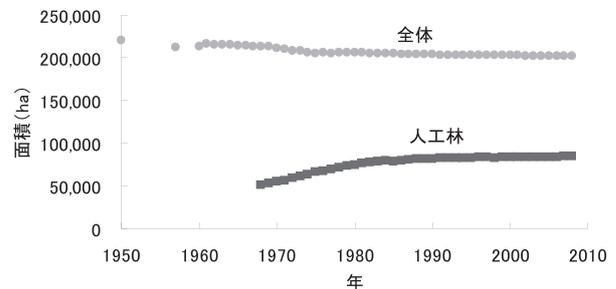


図1 滋賀県の森林面積の経年変化

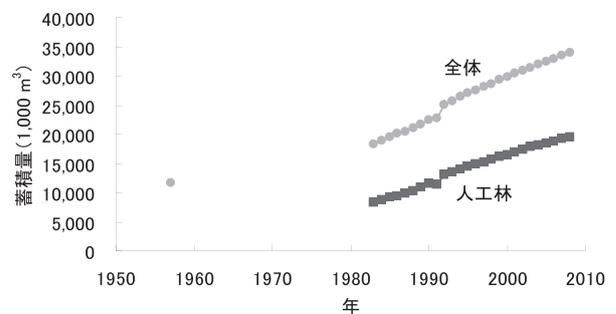


図2 滋賀県の森林蓄積量の経年変化

人工林については、蓄積量の順調すぎる増大は、実はただ利用されず、間伐等の必要な管理も十分行われずに放置されていたことの結果である。県内の広い範囲の人工林で、このように過度に材が蓄積してしまっている。このまま放置を続けると、多くの植林地で良材の供給はおろか、林木の共倒れによって林地が壊滅状態になる可能性がある。このことは同時に、人工林が環境に対してこれまでなしてきた働きが一瞬にして損なわれてしまうことを示すのと同時に、これまで林地に蓄積してきた物質を一挙に放出させてしまう危険性をも示唆する。県は当面緊急に必要な間伐を推進するとともに、林地の健全化、林業の活性化に向けた対策に取り組みつつある。県内の人工林の適切な管理・利用が行きわたるとともに、環境保全の機能も持続的に発揮されるようになっていくことが求められる。

もう一方の天然林についてはどうだろうか。県内の天然林は前述のように大部分が里山林と見てよい。すなわち、薪の採取や採草、炭焼きといった人々の利用と、植生の自然な再生とが繰り返されてきた場所である。その利用が、化石燃料への転換や化学肥料の導入が進むことにより、1960年代末にはほ

ほなくなってしまった。その後は放置され、森林は結果として成長してきた。現在、森林の成長にともなう里山林の生物の危機の問題はあるとしても、森林が無機的環境に果たしてきた機能という側面では充実してきたといえる。この点からいえば、このまま放置しておいても一見問題はなさそうである。しかし、この側面から見ても、実は現在の天然林のおかれている状況には見過ごせない問題がある。それは、マツ枯れ・ナラ枯れ・シカの食害である。

マツ枯れは滋賀県では数十年前からすでに問題になっているが、現在でも終息せずに被害が続いている。この被害は規模からいっても深刻ではあったが、これまでのマツ枯れでは、そのあとにたいてい後継樹種が成長して遷移が進行しており、森林の環境保全機能は結果的にはそれほど大きく損なわれてはいなかったと見られる。

県内の天然林で現在もっとも注目されている問題はナラ枯れである。ナラ枯れとは、カシノナガキクイムシが媒介する菌類の感染により、コナラやミズナラなどが枯死する現象のことである(図3)。ナラ枯れの現在の流行は、県内では1990年代から県北部で徐々に本格化し、その後年々拡大して現在では県南部の一部の地域を除いてほぼ全県的な広がりとなっている。このナラ枯れが個々の森林の植生にどれほどの被害を与えているかは場所によりさまざまであろうが、一例として、筆者らが植生動態調査を続けている、高島市にあるコナラ林調査地(面積1.91 ha)での結果を示す。ここは50-60年生の里山林で、胸高直径4.5 cm以上の幹では、現存量の上位3種であるコナラ、アカマツ、リョウブをはじめ、約60種の樹種により構成されている。全体の地上部現存量は1997年に127 t/ha、2007年に151 t/haで最高に達し、その後2009年には135 t/haと急減した。このうちコナラの現存量は1997年には45 t/ha、2006年に51 t/haで最高となり、その後枯死が進み、2009年には38 t/haにまで落ち込んだ。2007年からの2年間では25%の減少となった。カシノナガキクイムシの穿入が多かった2005年にはコナラの幹数は699本あり、そのうちの4割以上の幹に穿入が認められているため、コナラの枯死および現存量の減少は今後さらに進む可能性がある。

もう一つの大きな問題がシカの食害である。シカは林床の植生をえさにするとともに、成木の樹皮もはぐ。シカによる植生の被害は滋賀県では2000年ごろから顕著に増え始めた。高島市の調査地でも、7、8年前から樹皮はぎや下層植生の減少が目立つようになった。樹皮はぎはある特定の樹種に被害が集中するようで、現在、本調査地ではリョウブがと



図3 カシノナガキクイムシの穿入を受けたコナラの幹。フラスと呼ばれる木くずが根元まわりに堆積する。

くに被害を受けている。調査地で樹皮はぎが観察された975本の幹のうち915本がリョウブで、その数はリョウブの全幹数の90%であった。この影響は最近のリョウブの枯死進行にも現れているようである。下層植生の現状については、シカの好まないもの以外は何もないという状況になっている。森林の次世代を形成するために、種子の供給とその発芽まではできていることが、林床で多くの種の実生が観察されていることからわかる。しかし、それらが大きく育つ前にすべて食べられてしまい、現在下層木(高さ30 cm以上130 cm未満の木)にはアセビなどのシカの好まない低木種しかなく、高木種は全くない(岸本、2010)。

現在、シカは山地でほぼ全県的に分布し、広い範囲で個体数が増加していると見られている(滋賀県、2009)。調査地での状況は一般的なものと見なすことができ、県内の天然林の植生はいまシカの強い影響のもとで変化しつつあるといえる。このシカによる食害、とくに下層植生への影響は、マツ枯れやナラ枯れの問題をさらに深刻にする。すなわち、アカマツやコナラなどが枯死した後に、以前のマツ枯れ後に見られたような植生の再生が起こらなくなるからである。このままの状態では、県内の天然林でマツ枯れやナラ枯れがさらに進行し、植生の再生は十分なされず、森林の植物現存量は大幅に減少することが予想される。森林の環境保全機能も大きく低下するだろう。このように県内の天然林も現在大きな

問題を抱えていることを正しく認識し、シカ対策等、適切な管理を進めていく必要がある。

引用文献

岸本泰典（2010）ナラ枯れおよびシカ食害下にある落葉広葉樹二次林の植生状況と更新可能性について。2009年度環境科学部環境生態学科卒業論文、滋賀県立大学。

滋賀県（2009）滋賀県特定鳥獣類保護管理計画（ニホンジカ）。

滋賀県琵琶湖環境部森林政策課（2009）、滋賀県森林・林業統計要覧、平成20年度版。

浜端悦治（2001）森林帯と里山。「びわ湖を語る50章」（琵琶湖百科編集委員会編）、pp. 105-110、サンライズ出版。

集水域・沿岸域・琵琶湖 ～琵琶湖流域における水環境政策をめぐって～

秋山 道雄
環境政策・計画学科

1. 広域から

今から10年ほど前のことである。ゼミの院生と話している時、琵琶湖総合開発を知らないということポロッともらした。その院生は、滋賀県で生まれ育ち、修論は水をテーマに取り上げている。そのため、この言葉にはわかには信じられない思いであった。再度聞きなおし、ようやくまちがいでないことがわかった。

これには、多少の注釈が必要だろう。その院生は、学部は大阪にある大学に進み、大学院を本学でというコースを歩んだ。そのため、琵琶湖総合開発に関する情報に接することはなかったようであるが、学部を環境科学部で過ごしておれば、いずれかの時点で琵琶湖総合開発のことを聞いたはずである。

1997年3月に、四半世紀にわたって進められてきた琵琶湖総合開発事業が終結してから、ほぼ14年になる。滋賀県で生まれ育った人でも、30歳以下の人であれば、もはやほとんど知る人はいないかもしれない。昨今はあまり話題にされることもなくなったが、今日、琵琶湖とそれを取りまく沿岸域とは、環境保全をめぐって種々の接点をもっている。魚類が産卵期を迎える夏期に、制限水位方式にもとづいて琵琶湖の水位を下げるため、沿岸域の生態系に影響が出ているというのはその典型であろう。

また今日、我々は湖岸へ出ることによって、容易に琵琶湖の姿を目にすることができる。しかし、20年ほど前まではそうではなかった。湖岸を離れたところを通る在来の道路から、湖岸へ近づくことのできない場所は方々にあった。琵琶湖総合開発の一環として湖岸堤が建造され、その上を走る管理用道路が、湖周を回る湖岸道路として延長されてから、今日のような交通条件が成立することになった。湖岸に出て、琵琶湖の近景から遠景までを視野に入れ、琵琶湖の姿をさまざまなイメージに定着させるという、今日我々が何気なく営んでいる行為も、一般化したのはこの20年ほどの間である。

この事業は、規模や期間からみて第二次世界大戦後における開発事業のなかでも大きい部類に属する。しかも、淀川水系においてはそれまで上流と下流で利害を異にするケースがあり、水管理をめぐって地域的対抗関係が存在するという経緯があった。琵琶湖総合開発の計画過程でもこれが顕在化し、長い交渉を経て特別措置法の制定に至った。そのため、

琵琶湖総合開発は、水資源問題を考えるうえで1つの焦点となるだけでなく、戦後日本の開発を象徴する1つの典型事例ともなっている。

2. 「水がめ」としての琵琶湖

琵琶湖を称して、近畿1400万人の水がめということがある。これには、積極的な意味で称される場合と消極的ないし批判的な意味で用いられる場合とがある。積極的な意味で用いるのは、琵琶湖の水が水道水源となっているので、その水を利用する人々は琵琶湖の恵沢に思いを致していこうという相互の確認においてである。また、飲料水源であるがゆえに、その保全には十分配慮する必要があるという点を強調するときにもこうした表現がとられることがある。

一方、消極的ないし批判的な意味で用いられるのは、琵琶湖は「たんなる水がめではない」という点を強調する場合である。琵琶湖の水は生活用水を初め、工業用水や農業用水として用いられているが、こうした水資源利用の面からのみ琵琶湖を捉えると、琵琶湖の環境的側面や文化的側面が視野から消えてしまいかねない。それを懸念しての表現として登場するのである。こうした差異が、政策の推移にも反映してきた。

琵琶湖は、長い間、日本を代表する貧栄養湖であり、近江八景や琵琶湖八景に象徴されるような景観の多様性によって知られている。ところが、20世紀の半ば以降、化学物質と有機物が集水域から多量に流入し、環境質の劣化が進んだ。第二次世界大戦前から戦後にかけての汚染問題について詳しい説明は省くが、滋賀県は高度成長期に入って水質の悪化が進むのを受け、1969年に公害防止条例を制定した。70年に水質汚濁防止法が改正され、条例で排出・排水基準の「上乘せ・横出し」が可能となってから、県は72年に公害防止条例を全面的に改正した。全国的にみても相当高い水準に規制値があるのは、琵琶湖が水道水源として利用されているためである。

化学物質や重金属などの規制が進む一方、有機汚濁への対応は後手に回っていた。その結果、1977年に大規模な赤潮が発生することになった。西岸を中心に、南湖から北湖までを広範囲におおった赤潮の出現によって、琵琶湖の水質がさらに悪化しつつあるという印象を多くの人々にあたえることになった。これが、1979年の富栄養化防止条例の制定に

結びついていく。県民が、合成洗剤に替えてせっけんを利用する運動を進めたことも、条例に結びつく契機となった。これ以降、琵琶湖に対する環境施策の展開は、富栄養化した水環境の保全をめざす環境政策の代表例となっていく。

3. 歴史的な自然としての流域

水質汚濁問題に取り組んでいく過程で見えてきたのは、琵琶湖は集水域の姿を映す鏡だという点である。そもそも富栄養化が進むのは、自然過程以外に、集水域における人間活動の結果による。さらに、富栄養化防止を図るためには、点源に対する規制をこえて、集水域における人間活動に働きかけるほかはない。こうして、琵琶湖の問題は、琵琶湖を見ているだけでは把握できず、琵琶湖をとりまく沿岸域や集水域も視野に入れた琵琶湖流域のなかで考察される必要があるという認識が生み出されていった。

集水域には、上流から湖に向かって流れる多くの河川が存在している。そのなかには、流域面積が大きく、流路延長の長いものから、流域面積も小さくしたがって流域も短い河川にいたるまで、さまざまなタイプがみられる。大きい河川は、上流・中流・下流の区分が比較的容易で、その特性もつかみ易い。

堆積作用の積み重ねによって成立した流域は自然領域をなすが、その後、人間の手が順次加わると、多様な形態を生み出していく。流域がおのおの個性を持つのは、自然の作用に加えて、人間の関わり方に流域ごとの特性があるためである。ひとたびできあがった流域は、時間の経過とともに構成要素を変えていくが、流域の形態は次の時代にも引き継がれ、人間の活動に一定の枠組みをあたえる。歴史時代を通じて進められた新田開発が、流域の形態に規定されるのはその典型であろう。自然の作用が変化し、人間の活動が変わると、新しい条件に対応するために、流域はさまざまな形態変化をおこしていく。こうした流域の構成要素が作り出す景観と、それら要素の機能は分かちがたく結びついて、流域を観察する者の前に現れてくる。そのため、現代の琵琶湖集水域における流域は、人間の手が加わっていない原自然ではなく、自然の作用と人間の作用が相互に交錯して成立した歴史的な自然である。

21世紀に入って、水政策や環境政策で流域に焦点のあてられるケースがでてきたが、こうした場面で流域を考察する際の対象は、歴史的な自然であるという事実に着目しておく必要がある。過去に理想形があり、それが人間の手によって変形された結果悪化してきたという発想は、こうした歴史的な自然の形成過程に対する考察を欠いたところから出てきたも

のであろう。流域の上流から下流までを歩き、自然・人文両様の景観にあらためて目をとめてみると、可視的なものの背後に、多様な構成要素を結びつける力のはたらきを感じとることができる。こうしたさまざまな関係の網を解説していくと、流域が歴史的な自然であることを実感し得るであろう。

4. ラムサール条約湿地としての琵琶湖

水質汚濁対策が中心であった水環境政策に変化が出るのは、1990年代に入ってからである。水と関わる土壌や生物相へと視野を広げ、これらがまとまりをもった陸上生態系や水界生態系を構成している点への目配りがみられるようになった。土木事業に近自然工法が導入されるようになったのも、1990年代に入ってからである。こうした動きを背後で支えているのは、自然生態系や種の多様性に価値を認め、その保全を優先させるという考え方の普及であろう。

琵琶湖は、1993年にラムサール条約に登録されたが、これまで琵琶湖に関わる環境研究や環境政策のなかで、こうした面はあまりとりあげられなかった。今後の水環境政策には生態系管理という課題が生じているが、生態系管理という面からもこれのもつ重要性に着目しておく必要がある。さらに、2008年に西の湖がラムサール条約に登録されたので、市民の意識にもこれが反映する素地が生まれつつある。

ラムサール条約は、その正式名称が「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」となっていることから、水鳥の保護を目的とし、その生息地である湿地が対象となっているといった理解をされがちである。しかし、この条約の本来のねらいは、幅広く湿地保全をめざしたもので、条約成立後、多くの決議や勧告を通じて湿地保全条約としての性格を顕在化させてきた。

しかも、同条約でいう湿地の定義は一般に想像されているよりも幅広い。条約では、規模の小さい湿地はむろんのことながら、浅い海岸や河川、湖沼、ダム湖から水田までをカバーしている。ラムサール条約に登録されたのは、琵琶湖や西の湖の本体のみであるが、これらの環境的特性や保全のあり方を考察する際には、沿岸域や集水域の存在を無視し得ない。湖本体と水や土地を介してつながった沿岸域や集水域は、生態的な機能としては連続した部分を多く抱えている。それゆえ、ラムサール条約湿地という側面から琵琶湖をとりあげることは、これまでの環境研究や環境政策で焦点となってきた認識と符合する。これは、琵琶湖流域において生物多様性の保全を構想する際に、具体的にとりあげるべき対象と範囲を示唆するものとなっている。

「持続可能な滋賀」2030年温室効果ガス1990年比-50%の実現へ ～集落コミュニティにおける可能性：電気自動車とバイオマス利用～

鵜飼 修

環境政策・計画学科 大学院「近江環人地域再生学座」担当

1. はじめに

2007年、滋賀県は全国に先駆けて温室効果ガスの排出削減目標を定めた。2030年に1990年比でマイナス50%という目標は当時刺激的な数値であった。その後、国によりそれを上回る目標値が提示されたが、滋賀県の取り組みは、バックキャストイング方式の採用や具体的な生活像が描かれるなどその後の取り組みへの示唆を与えるものであった。

しかしこの目標に向かって具体的に何をすればよいのか。現代的な生活、普通の生活で実現可能なのであろうか。そうした疑問からはじめた調査研究が、筆者が携わっている彦根市石寺町下石寺集落(人口約350人、90世帯。以下S集落)での「エコ民家」を通じた環境共生コミュニティの創造、持続可能な集落コミュニティ創造への取り組みである。各種温室効果ガスのうち総排出量の約95%を占めるCO₂を対象に、集落全体がその排出量マイナス50%という目標にむけてエネルギー的な負荷を抑制しつつ、かつ安心安全で元気に集落が持続していくには何をすればよいのか、その手法を解明しようという取り組みである。

この調査の一環である村司(2009)の調査で集落内33世帯から得られたデータと、国の提示するデータとの比較を行い、マイナス50%へのシナリオを検討した。(図1、2)その結果、当該集落では自動車と灯油によるCO₂排出割合が高いことが判明し、この2項目を重点的に削減することが効果的であるとの結論に至った。

本稿ではこの自動車と灯油におけるCO₂排出抑制についてその可能性を紹介する。

2. 自動車：電気自動車の導入

自動車におけるCO₂排出抑制は電気自動車に乗り換えることが効果的である。しかし、自動車の購入は当然コスト的な負担が大きいため各世帯に実施を強制することは難しい。ここでは、電気自動車の利用試験からその可能性を述べる。

2010年8月に近江八幡市小船木町で開発分譲されている住宅団地「小船木エコ村」内に建設された環境共生モデル住宅「近江八幡エコハウス」において居住実験を行う機会を得た。その際、関西電力株式会社の協力で同社所有の電気自動車i-MiEVを借り受け、実際の使用における使い勝手と電力消費量を把握した。

i-MiEVは同じ型のガソリン車が販売されており外観はそれと変わらないので一見すると電気自動車とはわからない。動力がガソリンエンジンか電気モーターかが大きな違いであるが、操作感はオートマチックのガソリン車と変わるところは見いだせない。アクセルを踏めば加速しブレーキを踏めば止まる。キーを回してもエンジン音がしないので室内は静寂であり、加速感も電気自動車の方がよい。現時点での課題は航続距離が約100kmと短いこと、満充電に約7時間と時間がかかることである。ランニングコストはガソリンと比べて電気利用の方が安い

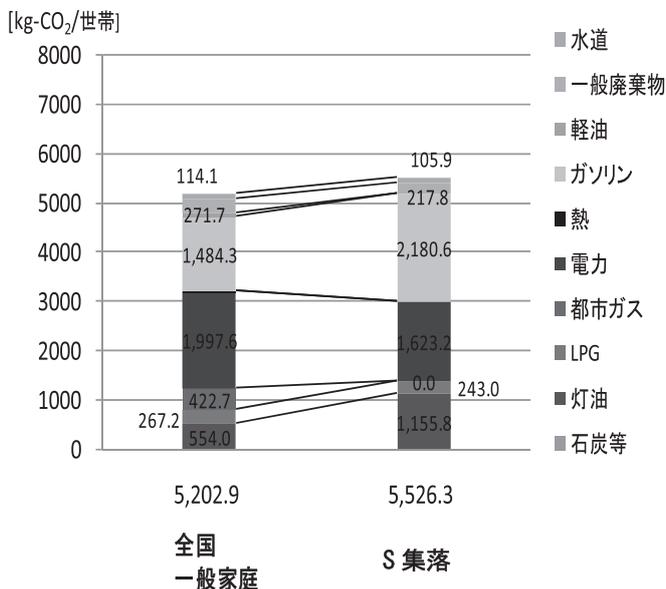


図1 世帯あたり項目別CO₂排出量の比較¹⁾

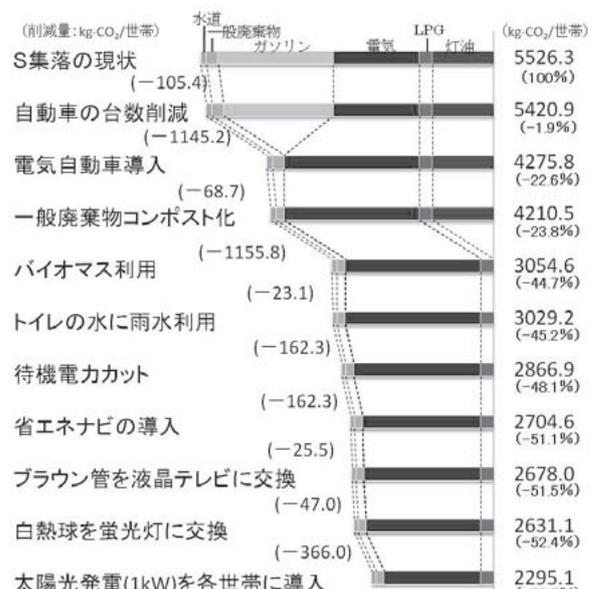


図2 集落世帯におけるCO₂排出量-50%のシナリオ¹⁾

が、14.59kWh（電池容量16kWh）を充電するために図3に示すよう2.78kwを6時間以上消費する。これは2.7kwのエアコンを6時間以上連続して運転することと同じである。この点に罪悪感を持つことがなく移動距離が短いユーザーにはコスト以外に乗り換えるデメリットはないと考えられる。

課題は購入コストであるが、現時点での購入価格は今後の大量生産、価格競争で下がることが予想される。環境省の次世代自動車普及見通しでは2030年に次世代自動車のシェアは保有台数で38%、販売台数で57%が見込まれている。²⁾また、電気自動車はガソリン自動車と比べてもパーツが少ないため製造の手間も減り製造コスト的には低く抑えられる可能性もある。

今回の調査では電力消費の拡大が示唆され、この点は意見が分かれるところであるが、CO₂排出抑制への寄与とその使い勝手、シンプルな構造から、電池性能の向上と自動車産業の構造変化が対応できれば市場的には加速度的に広がる可能性はあると考えられる。

3. 灯油：バイオマス利用への転換

バイオマス利用によるCO₂削減の取り組みで課題とされているのはそれらの収集である。S集落ではかつて里山の柴や里地の籾殻などのバイオマス資源を活用しエネルギーを自給していた歴史があり、灯油利用の抑制を図るには、今一度ライフスタイルを里山・里地のバイオマス利用に結び付けることが必要となる。

この可能性を検証する取り組みがエコ民家における薪ストーブ・薪ボイラーの利用（灯油ストーブ、ボイラーからの転換）である。エコ民家では集落内の柿農家と連携による剪定枝の利用、里山整備ワー

クショップにおける立木の伐採、近隣住民親族の工務店による端材の提供を実施することで、灯油フリーの生活が可能であることが明らかとなった。化石燃料を利用した遠いエネルギーから身近なバイオマスを利用した近いエネルギーへの転換である。課題としては薪ボイラー・薪ストーブの性能と排ガス対策が挙げられている。

4. おわりに

今回の調査から、自動車も灯油もCO₂排出抑制の可能性を見ることができた。しかし家庭部門のCO₂排出は世帯あたりの家電数増加が要因であり、電気自動車への乗り換えが進むとしてもそれらの絶対数が増えていようであれば効果は薄れる。小舟木エコ村では電気自動車によるコミュニティ・カーシェアリング実証実験が行われているが、持続可能な滋賀の実現に向けては、こうした大量消費を卒業したライフスタイルへの転換や近いエネルギー循環の再構築が必要であろう。

参考文献

- 1)村司一成、鶴飼修（2009）エコ民家システムによる集落のCO₂削減の可能性、日本計画行政学会第32回全国大会「人口減少時代と共生社会」研究報告要旨集：41-44
- 2)環境省環境対応車普及方策検討会（2010）環境対応車普及戦略 <http://www.env.go.jp/air/report/h22-02/index.html>

謝辞

調査では関西電力株式会社及び小舟木エコ村、下石寺集落の皆様にご多大なるご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

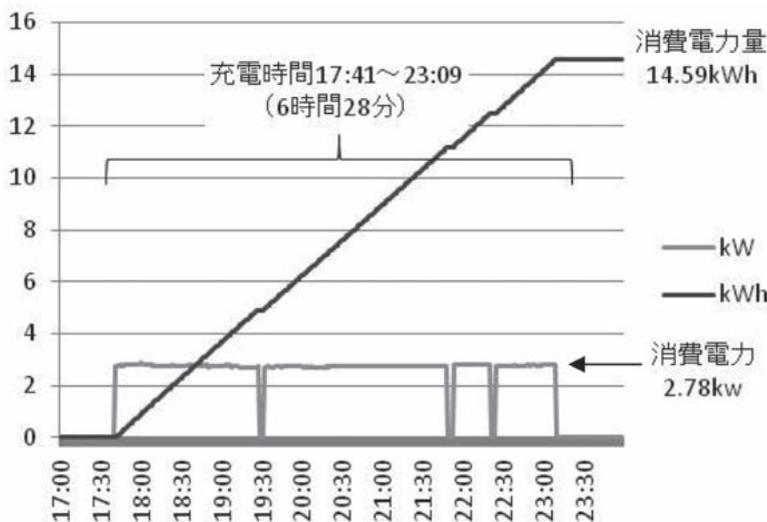


図3 i-MiEVの充電における消費電力・電力量

図は2010年8月27日のデータ。小舟木エコ村から滋賀県立大学まで約25.5kmを2往復しバッテリーランプが点滅した状況で専用の200Vで充電を開始した。i-MiEVの電池容量は16kWh。



図4 近江八幡エコハウスとi-MiEV

家庭ごみ有料化の審議会等に参加して

金谷 健

環境政策・計画学科

1. はじめに

家庭ごみ有料化とは、家庭ごみの収集処理費用(の一部)を、家庭ごみ排出者が直接負担する制度である。私はこの数年の間に、滋賀県内の4つの自治体等、具体的には湖北広域(長浜市+米原市)、彦根市、草津市、大津市で、家庭ごみ有料化の審議会等に委員として参加した(審議会等としたのは、湖北広域のみ、審議会でなく委員会だったためである)。

各審議会等に参加して印象的だったことや金谷の個人的感想などを、以下に報告する(スペースの都合で、大津市の審議会については省略)。なお各審議会等の概要は、表に示す通りである。

2. 湖北広域の委員会

湖北広域の方から、家庭ごみ有料化の委員会の委員長をやってくれないかと頼まれたのは、2007年6月であった。委員長は気が重かったが、どんな議論になるのか興味もあり、引き受けた。

表に示すように、湖北広域の諮問事項は、ごみ指定袋制度の見直し、であった。これは、従来、湖北広域では、一定枚数(一世帯に年間80枚)は無料配布し、不足分のみ有料(一枚100円)、という制度であったことを背景としている。いわゆる超過量有料制である。この制度は、家庭ごみ有料化の一形態と分類されるが、無料配布枚数で足りてしまう家庭が少なくないので、私は、むしろ実質的にはマイナスの有料化だと理解している。家庭ごみ有料化をしていない自治体では人々はごみ袋をスーパー等で購入(45L袋で1枚5円~10円程度)しているのに、超過量有料制の自治体では、行政から無料で一定枚数配布されるからである。

この超過量有料制を、全国の多くの有料化自治体で採用されている、単純従量制、つまり一枚目から有料化する制度に変更したい、というのが湖北広域の事務局の考えであり、答申もそうだった。この点については、委員会であまり反対はなかった。

委員会で議論が一番白熱したのは、自治連合会の委員の方から出された、有料化するとごみ集積所への不適正排出が増えるのではないかと、という点だったと記憶している。これは、古いアパートの場合、アパート建設時にごみ集積所の設置が義務付けられていないため、アパート住民はその地区のごみ集積所にごみを排出するが、独身者や単身者、生活習慣

等の違う外国人労働者の方が住んでおられる場合、ごみ排出ルールを守らない場合があり、自治会の方が苦勞されていることを背景としている。この点については、有料化の手数料の用途に、古いアパートに専用のごみ集積所を設置する費用への助成も含めることが望ましいとする記述を答申に明記することで了解いただいた。

なお私は、料金水準で一番議論が紛糾するのではと予想したが、意外にもそうしたことはなかった。

審議会での議論は約半年で終了し、また答申後の翌月に議会で条例改正が提案・可決され、約半年の準備期間を経て、有料化(単純従量制)が実施された。答申後は実施までスムーズに進むのだな~と思った。しかし、彦根市や草津市では違った。

3. 彦根市の審議会

彦根市の方から、ごみの審議会の会長をやってくれないかと頼まれたのは、2007年6月であった。湖北広域から頼まれた、ほんの一週間くらい後だったと記憶している。大学が彦根市に立地しているし、環境FWや卒論などでお世話になっているし、ということで断れなかったのだが、同時進行で進む、ほぼ同じ内容の2つの委員会・審議会の進行役を務めるのは、大変だが得がたい面白い経験かな、と自分を納得させた。

彦根市の場合、答申まで1年かかった。湖北広域は半年なので、2倍かかったことになる。この理由は主に、諮問事項が、湖北広域は1つ(ごみ指定袋制度の見直し)だったのに対して、彦根市は2つ(ごみ減量対策と処理費用の負担のあり方)だからである。ごみ減量対策とは、主にごみ分別区分の変更(資源化促進等のため)であり、処理費用の負担のあり方とは、有料化のことである。

有料化について議論が白熱した点は、湖北広域とは異なり、プラスチック類を有料化の対象に含めるか(湖北広域は含めていない)どうかという点と、ごみ袋への記名義務化をすべきかどうか(湖北広域では議論なし)という点であった。

前者の点については、プラスチック類(容器包装プラスチック)は資源化されるので有料化には馴染まないとの意見がある反面、有料化しなければ可燃ごみ等が混入し、本来の目的である高品質のプラスチック確保が難しいのではないかと意見も出され

た。議論の結果、「当面は有料化せず現状の指定袋代のみの負担を維持する。ただし高品質の容器包装プラスチックが確保できない場合は有料化を導入することが望ましい。」ということで了解された。両方の意見の折衷案である。

後者の点については、ごみに対する排出者責任の明確化と集積所の管理を徹底させるため、委員提案に基づき議論された。様々な意見が出され、長時間議論されたが、結局合意に至らず、両論併記となった。なお賛成意見は、「袋に名前を書くことで分別やごみの適正排出への意識が高まり、集積所の美化にとどまらず、適正処理、資源の有効利用にも効果を発揮する。」などで、反対意見は、「現在の社会情勢を勘案すると、氏名等の記入の義務化は、プライバシーの保護や社会的安全性の確保の見地から問題がある。」などであった。

なお2008年7月に答申したが、現在に至るまで、市長から議会に条例改正案は提出されず、有料化は実施されていない（ごみ分別区分変更は実施済み）。

4. 草津市の審議会

草津市の審議会には、委員として参加した。諮問事項は、文言は違うが、彦根市と同様である。

草津市の審議会で一番印象に残っているのは、答申までに彦根市の場合の3倍以上の、3年半もかかったことだ。審議会で議論が紛糾し、なかなか結論がまとまらなかったのではないと思う。実は、この間ずっと定期的に審議会が開催されたわけではない。第8回（2007年5月）と第9回（2008年1月）の間が8カ月、第9回と第10回（2008年11月）の間が10カ月、第11回（2009年1月）と第12回（2009年6月）の間が5カ月と、長いブランクが3回もあ

った。合計23か月で、約2年であり、これらのブランクが、答申までに3年半もかかった主な理由である。ではこれらのブランクはなぜ生じたのか。2008年2月に草津市長選挙があり、しかも僅差で当時の現職市長が破れて市長が交代したことが、これらのブランクに関係していると金谷は推測する。最初のブランクは、当時の現職市長が、有料化を選挙の争点の一つにしたくなかったためであろう。2番目と3案目のブランクは、新市長の有料化に対する考え方とそれまでの審議会での議論の流れとをどう調整するかに、市役所サイドで時間がかかったことによるのであろう。

なお3年半かかってようやく2009年12月に答申したが、現在に至るまで、市長から議会に条例改正案は提出されず、有料化は実施されていない（ごみ分別区分変更も実施されていない）。

5. おわりに

有料化の料金水準については、どの自治体でもあまり紛糾しなかったは意外であった。また、議論が白熱した点が自治体によって異なることは大変興味深かった。

なお彦根市や草津市のように、答申してもそれが市役所に「眠ったまま」になっているのは、審議会等に参加した者としては残念である。結果的に答申が市の施策に反映されないことがあってもやむを得ないが、その理由については、何らかの説明が市民および審議会に対して必要ではと考える。

また草津市の事例から、諮問をした市長が、答申前に交代した場合は、諮問そのものをいったんリセットして、新市長が必要に応じて再諮問するシステムにしたほうがいいのではと考える。

表 家庭ごみ有料化についての各審議会等の概要

	湖北広域	彦根市	草津市	大津市
審議会等の名称	湖北広域行政事務センターごみ指定袋制度検討委員会	彦根市廃棄物減量等推進審議会	草津市廃棄物減量等推進審議会	大津市廃棄物減量等推進審議会
諮問事項	ごみ指定袋制度の見直しについて	ごみ減量対策と処理費用のあり方について	ごみの分別方法の見直しおよびごみ処理費の住民負担のあり方について	家庭ごみの有料化について
諮問時期	2007年7月	2007年7月	2006年6月	2008年8月
審議会等の開催回数	5回	8回(+専門部会4回)	16回	9回
答申時期	2008年1月	2008年7月	2009年12月	2011年1月
有料化の対象ごみ	可燃ごみ、不燃ごみ	燃やすごみ、埋め立てごみ	焼却ごみ類、破碎ごみ類、陶器・ガラス類、粗大ごみ、プラスチック製容器類	燃やせるごみ、燃やせないごみ
料金水準	45円/45L	33円～43円/30L	40円/45L	45円/45L程度
有料化は2011年1月時点で実施されているか？	実施(2008年2月議会で条例改正可決、2008年10月実施)	未実施	未実施	—

滋賀の地球温暖化に係る政策・計画

林 宰司

環境政策・計画学科

1. 滋賀県の温室効果ガス排出状況

滋賀県の統計課が公表している最新の温室効果ガス排出データ（2007年）¹⁾に基づいて、排出状況について見てみる（表1）。滋賀県における2007年の温室効果ガス排出総量は、1,307万トン（CO₂換算）であり、1990年比2.6%減（35万トン減）、2006年比5.5%（68万トン増）となっている。その内訳は、二酸化炭素が95.4%と大半を占めている（データは全て、消費電力分の発電の際に排出されるCO₂を勘案した間接排出量）。

県内のCO₂排出量の46.6%を占める製造業を見てみると、全国平均より10ポイント以上高い数字である（図1）。ただし、削減の取り組みは進んでおり、2007年の排出量は1990年比で5.2%減少している。

一方で増加傾向にあるのが、家庭部門からの排出量である。家庭部門からの二酸化炭素排出量は、経年的に増加傾向であり、1990年から2007年までの増加率を見ると滋賀県は54.2%の増加である。同時期の全国平均の増加率41.2%（環境省報告による）と比較しても13ポイント上回っている。この結果は、滋賀県の人口の増加や単独世帯数の増加が影響している。また、家庭での排出量を燃料別で見ると、4割以上が電気である。

2. 滋賀県の地球温暖化防止政策の特徴

県は2008年3月に「持続可能な滋賀社会ビジョン」を策定し、2030年に温室効果ガスを1990年比で半減するという具体的な目標を掲げ、温暖化対策に本腰を入れる姿勢を示している。この目標達成には約800万トンのCO₂削減が必要である。県の審議会では、まず前節で見たデータの整備、分析により、県の抱える課題を体系的に浮き上がらせることから始めた。

「持続可能な滋賀社会ビジョン2008年版」²⁾では、低炭素社会の実現に寄与すると想定される、①持続可能な交通システム（自転車利用の促進、バス利用の促進など）、②木材や農産物の地産地消の確立、③CO₂排出の可視化による環境配慮行動の促進、④経済界と共同したカーボンオフセット制度の創設、といった4つのプロジェクトが例として提案されている。これらのプロジェクトは、バックキャスト（将来のあるべき姿を想定し、そこから現在を振り返ることで、そこにたどり着くために今後必要となる行動を考える手法）の考え方を基本に、

得られる効果や地域活性化への波及効果を考慮して提案されたものである。

こうした理念から、答申では、市民の取り組みに対する促進策として、白熱球の蛍光灯への交換など、快適さを損なわず、誰でもすぐに取り組みする省エネ化の重要性を強調している。また、CO₂排出量は具体的にイメージしにくいので、電気製品に排出量表示を条例で義務づけることを提案している。

また、県は、現在、実現の道筋を示す工程表の作成も進めおり、2011年度中に工程表を完成させる予定である。工程表は、削減目標量を分野ごとに設定し、具体的な取り組みと達成時期を決めるものである。そのたたき台として出された素案には、車の利用を減らすために郊外への大型店舗の出店を抑制したり、湖上船運の活用など、滋賀ならではの取り組みを挙げている。

3. 滋賀県の地球温暖化防止政策の課題

県内のCO₂排出量の大半を占める製造業からの排出の実態に関して、「地球温暖化対策推進法に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」により公表された事業所別CO₂排出量データを見てみると、製造業のうち、日本電気硝子、ダイハツ工業、東レ、ブリジストン、三菱樹脂など、上位は素材系製造業の大口排出事業所が上位に並び、約40の事業所で製造業全体の6割を占める。これら大口排出事業所全体のCO₂排出量は486万トンで、業務部門の事業所42万トンを差し引くと、約444万トンということになる。データ出所が異なるが、滋賀県公表のCO₂のうち、産業+工業プロセス+廃棄物が637万トンであるので、約7割はこれら300余りの事業所ということになる。10万トン以上の上位7事業所だけでも約150万トン、産業などの約4分の1を占めることは、政策実施の観点から費用対効果の点で取り組みやすいであろう。具体的には、無駄に捨てられている蒸気を利用することによる省エネ、石炭→ガス、石油→ガス等の燃料転換による対策が可能である。これらの対策は環境面だけでなく、経済的にも利益が生まれ、優先的に取り組むべき対策である。また、半導体工場はHFC、PFC、SF₆の排出があるが、経済産業省産業構造審議会のHFC対策業界自主行動計画の委員会で、半導体工場はフロン回収装置をつければ90%回収が可能で

表1：『滋賀県における部門別二酸化炭素排出量』

	1990年～2007年								過去値との比較		
	1990年 (基準年)	1995年	1999年	2002年	2004年	2005年	2006年	2007年	1990年比	2006年比	
エネルギー転換(ガス事業)	0	0	0	0	1	1	0	1	-	-	
産業	農林業	190	222	169	175	84	82	79	78	40.9%	97.9%
	水産業	24	32	28	28	8	7	6	6	25.9%	103.5%
	鉱業	13	13	7	13	19	19	19	20	151.3%	104.2%
	建設業	209	254	182	149	168	161	153	168	80.4%	109.9%
	製造業	6,128	6,170	5,620	5,561	5,408	5,471	5,465	5,806	94.8%	106.2%
	計	6,564	6,692	6,006	5,926	5,686	5,740	5,722	6,078	92.6%	106.2%
業務	1,083	1,319	1,413	1,318	1,500	1,478	1,299	1,346	124.3%	103.7%	
家庭	1,259	1,521	1,532	1,587	1,706	1,894	1,825	1,941	154.2%	106.3%	
運輸	自動車	2,647	3,166	3,380	3,488	2,592	2,655	2,548	2,628	99.3%	103.2%
	鉄道	232	226	184	169	174	184	172	174	75.0%	101.1%
	船舶	18	21	26	25	22	21	20	19	102.9%	91.5%
	計	2,897	3,413	3,589	3,683	2,788	2,860	2,740	2,821	97.4%	102.9%
工業プロセス	1,149	1,106	457	335	1	1	1	1	0.1%	105.2%	
廃棄物	一般廃棄物	47	88	114	120	174	173	174	161	342.2%	92.3%
	産業廃棄物	54	102	128	119	117	111	105	122	225.9%	116.4%
	計	101	189	242	240	291	284	279	283	280.0%	101.3%
合計	13,054	14,240	13,238	13,089	11,972	122,581	1,866	12,470	95.5%	105.1%	

出所：滋賀県琵琶湖環境部温暖化対策課、「滋賀県域からの温室効果ガス排出量（2007年）について」

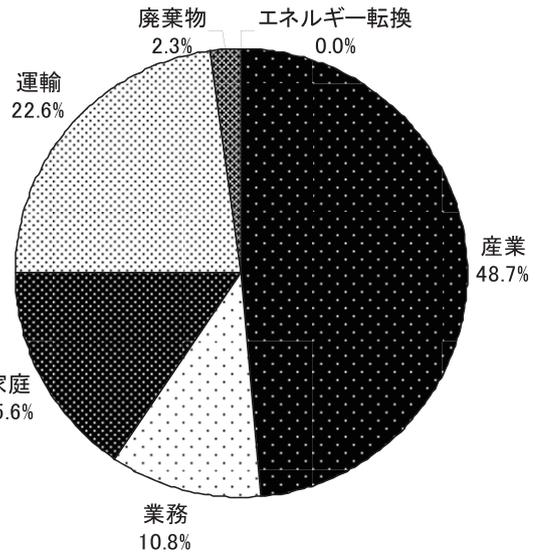


図1：『滋賀県における部門別二酸化炭素排出量』

出所：滋賀県琵琶湖環境部温暖化対策課、「滋賀県域からの温室効果ガス排出量（2007年）について」

あるのに、半導体工場の生産ラインの半分くらいしかガス回収装置が設置されていないことが業界から報告されている。県内に立地する NEC セミコンダクター、オムロン、ダイキンなどの事業所でも、これらの対策が徹底されるべきである。

また、目標の達成は、行政や企業に任せただけでは無理であり、当然ながら県民一人一人が主体的に取り組むことが求められる。家庭部門からの排出増が大きいことから県民による取り組みは重要である。

滋賀県は生物の多様性が豊かな琵琶湖があり、古くから琵琶湖の水質保全のための石けん運動が県内全域的に取り組まれるなど、自然への関心が高い地域である。温暖化対策では、県の政策に先駆けて、愛東町で全国的に知られる「菜の花プロジェクト」の取り組みなど、自主的な活動が行われている。日本は海外ではかつての大気汚染対策に成功した「ローカル・イニシアティブ」の国として知られている。それは国の政策の中に、上乘せ（国の定めた基準に対して、知事が上乘せして基準を強化する権限）、横出し（国が定めた地域以外に、知事が指定地域を拡大できる権限）によって、地方自治体の政策が有機的に組み込まれたことによる。滋賀県における地球温暖化対策もこれと同様に、市民（県民）による対策が適切にインセンティブ付けされ、市民の活動が県の政策に組み込まれる「シティズン・イニシアティブ」による成功が期待される。これは、バックキャスト手法による将来ビジョンの共有を市民どうしの間で広げることにもつながるであ

ろう。

4. 研究室での取り組み

現在、筆者の研究室では、滋賀県の経済・産業特性を鑑み、3回生が卒業研究として、畜産廃棄物を利用したバイオガス事業による温室効果ガス削減効果、共同物流の導入による削減効果、自然エネルギーを主軸とした地域エネルギー計画による削減、などの研究に取り組んでいる。

また、環境共生システム研究センターでは、これまで「滋賀県におけるマテリアルフローデータベース」の整備に取り組んできた。これに加え、現在、産業部門における廃棄物削減・環境負荷の削減に関するアンケート調査に基づくベストプラクティスの分析を進めている。

これらの成果が取りまとめられ次第、県の温暖化防止策に貢献できるよう、鋭意、取り組んでいるところである。

参考文献

- 1) 滋賀県琵琶湖環境部温暖化対策課、「滋賀県域からの温室効果ガス排出量（2007年）について」、
http://www.pref.shiga.jp/d/new-energy/ghg-2008/KENIKI_GHG2007-2.pdf、2011-01-11
- 2) 滋賀県琵琶湖環境部環境政策課、「平成20年（2008年）3月「持続可能な滋賀社会ビジョン」策定」、
http://www.pref.shiga.jp/d/kankyosd_shiga.html、2011-01-11

環境科学の目で滋賀の地域を見る 学生と町衆のまちづくり

柴田 いづみ
環境建築デザイン学科

● はじめに

滋賀の地に赴任して15年目が過ぎようとしている。滋賀の自然の豊かさは、広がる湖面、島があり、山並みが連なり、湖東の平野、湖北の山並み、湖西の棚田、湖南の近江八景、さらに、生物多様性、琵琶湖周辺の歴史と文化の宝庫と限りない。しかし、悠久の時代を経てきたそれら地域資産は、急速に価値を目減りさせてきている。放置された森林や農地は、景観としての価値がなくなっているばかりか、災害も引き起こしかねない状況になり、生物多様性も脅かされてきている。

東京にいた時には、感じることもさえない無かった自然の消滅を実感してきているのも確かである。赴任以来、2つのテーマに取り組んでいる、自然再生と都市再生である。都市部も歴史資産豊かな街並みが崩壊の一途をたどっている。大都会で失われてしまったコミュニティは、まだ残っているところもあるが、多くの地域で年齢構成が大きく変わり、将来への不安が増大してきている。

● 自然再生

1996年、赴任の年の11月、初めて津田内湖干拓地を訪れた。車の屋根すれすれに飛ぶとんびにびっくりした。以後もとんびはたくさん見るものの、あれほど近くで見たことはその後無かった。今、考えると放置された干拓地の農地には、とんびの餌となる小動物がたくさんいたのかもしれない。1997年からFW3として、1998年からFW2として、津田内湖干拓地を学生達と訪れ、地元からのヒアリングを交えて、内湖について、津田内湖について学び、津田内湖の将来像を描いてきた。つまり、内湖干拓地は、「琵琶湖にとって、今一番必要な場所として機能する場所として考えるのが良い。それには津田内湖干拓地のせめて半分を内湖に戻し、周辺の農地にしても、自然や環境付加を減らす農地を提案することではないか」という仮定に至った。その仮定を実証しなければならない。その為に、近江八幡の各内湖干拓地、西の湖、北の庄沢などの現存する内湖や伊庭内湖干拓地、水荃内湖干拓地などでの周辺住民の方々へのヒアリングを積み上げてきた。2000年からは公開ヒアリング、公開ワークショップとして、地域外の方々も含めて知恵を共有することになっている。

その教育目的としてスタートした活動は、1996年当時には「内湖は必要と思われなかったから干拓されてしまい、当時の調査資料もないですね」と言われていたのですが、その重要性も再評価され、専門研究者の研究へと進展して、序如に資料も発見されつつある。また西の湖が、2006年文化的景観保護制度/重要文化的景観第一号として選定され、2008年ラムサール条約に（琵琶湖エリア拡大として）内湖が追加登録されたのも、内湖の存在意義が公式に認められた事となる。



公開ヒアリング 2003年



公開ワークショップ 2003年@安土、2009年@伊庭

● 都市再生



2000年ACT、銀座光路
2003年ACT、久座の辻
ファッションショー

1998年夏前、彦根市登り町商店街からまちづくりの相談を受けた。現地に行って、久座の辻に面したビルが目にとまった。彦根城下に特有の雁行やどんつきの道の典型である交差点で、芹橋方向から見れば真正面にあたるビルが廃墟のように聳え立ち、シャッターが下りたままだった。そこで、「このビルのシャッターを上げましょう。初動エネルギーを学生達に借りますよ!」とACT (Action

Conect with T own) がスタートした。学生には「まちに何ができるか考えてください。」、まちには「学生に何ができるか考えてください。」と話してきた。1階カフェ、2階工房、隣の元パチンコ屋さんでは、イベントスペースQ座として学生やまちのライブ、講演会、政局討論会も行われた。2000年からは、花しょうぶ通りの勝負市を町衆と立ち上げ、2003年のえびす講での久座の辻でのファッションショー等、学生と町衆のまちづくりがすすんでいた。残念ながら、2007年、9月、ビルの解体の為と告げられ、急遽撤収をよぎなくされた。2007年9月29日は、花しょうぶ通りのひこね街の駅「寺子屋力石」の木造伝統構法による耐震工事の開始（ワークショップで、1ヶ月延べ100人の参加で工事を行った）と、ACT+Q座の最終ライブが重なり、翌日の30日に、地元の方々の手を借りながら、学生の作ったカウンターや機器類を「梅玉湯」へと運んだ。梅玉湯は、その後、ひこね街の駅「戦国丸」として開業し、歴史通の核となり、しまさこにゃん、いしだみつにゃん、おおたににゃんぶのゆるきやらを創出し、イベント企画やネットによる広報を通してまちの活性化を図っている。現在は、花しょうぶ通りの重要伝統的建造物群保存地区への選定を目指し、景観的特長を大事にした都市再生を図っている。（2011年1月2日に出火し、寺子屋力石の再興に「前へ前へ」をテーマに多くのボランティアの方々駆けつけてくれた。感謝）

「耐震・防災・まちづくりフォーラム（2005-2007）」、「歴史・景観・まちづくりフォーラム（2008）」、地方の元気再生事業「歴史・景観・まちづくりネットワークの構築（2009）」と、都市再生に必要な課題を取り出し、地域の方々との共働（柴田の造語）の中から知識を共有してきた。特に「歴史・景観・まちづくりネットワークの構築（2009）」においては、米原・彦根・多賀・東近江・近江八幡を中山道と近江鉄道を通して、地域活動をお互いの地域に広げるプロジェクトである。各地域で拠点を作り、その間は、サイクルごと近江鉄道に乗って、お互いの地域を散策してもらう為、スマートサイクルと名づけたレンタサイクルシステムを作った。各地に民宿や二地域居住ができる可能性も模索し、育てている。



2009年 DID'S 改装前 改装後

● 学生+子ども達の活動

彦根のACTの活動に続き、近江八幡でも学生+子ども達の活動が2004年から続いている。2009年に

は、ウィリアム・メレル・ヴォーリズ展が1ヶ月間開催された。ヴォーリズは建築、福祉・医療、教育、メンタム事業と多方面に活躍し、日本に帰化し、近江八幡名誉市民1号になった人である。その偉業を関係する建物に分散展示し、会場を巡りながら中心市街地を巡回できるモデルコースを設定した。そのモデルコースのちょうど半ばに学生たちが、雨漏り町家を昼食もとれるように改修し、トイレ休憩もできるように下水道も整備し、カフェ DIG'S としてオープンさせた。学生が結成した DIG'S は、2009年4月に発足し、『地域資産を掘り起こそう』をモットーに生まれたプロジェクトチームで、DIG'S では、キッズ学芸員を養成し、こども達が週末には来場者にヴォーリズについて説明を行った。2010年では、名古屋での COP10 にちなんで「自然観察会」を行い、公式エクスカージョンの海外からのみなさんに、西の湖のソーラー和船乗り場で、キッズ学芸員代表のこども達5名が「自然観察会」で学んだ事を発表した。学生+こども達の活動は、ヴォーリズ展以前から続いており、近江八幡総合医療センターでは、1階と3階の小児科の待合室に、学生の描いた鉄板の絵の上にこども達作成の魚のオブジェがマグネットで貼られている。また毎年八幡掘りまつりでは、キッズ学芸員の成果の発表や、来場のこども達に参加してもらうイベントを学生が企画している。2009年3月の左義長まつりにおいて、36年前の寅年の左義長の写真(大橋宇三郎氏撮影)をラミネートし、仲居(すわい)町を中心に町家の外壁に展示し、まちかど博覧会を開催した。現在、ギャラリーカフェ DIG'S は、学生と市民と一緒に経営し、リレートーク会場としても、本学の教員と地元の方々との知識の共有の場となっている。



2009年ヴォーリズ展

2010年自然観察会

● おわりに

2011年、NHK大河ドラマは、「江～姫たちの戦国～」である。歴史舞台としての滋賀は、古戦場や城址にことかかない。それぞれに散った命がある代わりに、新しい命として人々が訪れている。江を歴史として訪ねる人々にも、江が愛した琵琶湖や滋賀の自然とその自然を研究し守り継承させていく人々の存在を知って欲しいと思う。

(2011年3月11日、東北関東大震災により、多くの命が失われました。ご冥福をお祈りいたします。)

木製面格子壁を用いた木造住宅の耐震改修と地域活性化

高田 豊文

環境建築デザイン学科

1. はじめに

阪神・淡路大震災以降、建物の耐震化の重要性が叫ばれているが、木造住宅、特に木造伝統構法建物については、高額な改修費や耐震診断法の未整備などの理由で、改修が進んでいないのが現状である。一方、古民家や町家などの伝統構法建物の耐震改修に、デザイン・通風・採光に優れた木製面格子壁を耐力要素として用いる試みが始められている¹⁾。本報では、彦根市に現存する民家を対象として、過去の面格子壁の実験結果²⁾を踏まえた耐震改修計画と、地元工務店や地域住民との協働による耐震改修工事の活動内容について報告する。

2. 面格子壁の力学的性能

面格子壁は室内環境や美観面に優れているだけでなく、(1) 靱性が高い（粘り強い）、(2) 土壁よりも軽い、(3) 筋かい・合板と異なり鉛直荷重の支持能力がある、などの構造的な利点も持つ。しかし一方で、(1) 十分な実験データがない、(2) 耐力・剛性を精度良く計算できる計算式がない、などの問題点もある。

筆者らは、数年前から面格子壁に関する実験的研究を行い、面格子壁の力学性能データを蓄積しつつ

ある。過去に実施した実験の内、2種類の試験体とその実験結果の一部（荷重－せん断変形角関係）を図1に示す。

試験体は、柱と土台・桁の軸組内に面格子壁を内挿する形式で製作し、面格子と軸組はラグスクリューで留めている。材料は全てスギである。格子は60mm角の材を相欠きで組み、格子材端部の接合はホゾ差しで、割りクサビを用いた。

実験結果から、いずれの試験体も1/30rad を越えても耐力は上昇し続ける（粘り強い）ことが分かる。1/15 rad 時には、格子材の相欠き部分に隙間が見られたが、格子材に大きな損傷は見られなかった。

実験結果の図には、単純な試験体モデル³⁾の解析から求めた荷重－変形角関係（完全弾塑性モデル）も示している。格子間隔が密な試験体の剛性は比較的良い対応を示しているが、どちらの試験体も耐力は大幅に低く見積もられている。精度の良い耐力評価方法については、今後の検討課題である。

3. 面格子壁を用いた耐震改修計画

彦根市に現存する建物に対して、面格子壁の増設により耐震性能の向上を図る。当該建物は納屋として用いられていた伝統構法の2階建て民家であり、玉石基礎の上に直接土台（地覆）が設置され、その上に柱・土壁が載っている。詳細な建築年は不明であるが、築後70年以上経過しており、下屋が増設されている。目視による調査では、顕著な柱の腐朽・蟻害は確認されなかった。

この建物の改修方針は以下の通りである。

- (1) 耐力壁・面格子壁は軸組内に設置する。
- (2) 面格子壁は、できる限り既存壁あるいは新設壁に直交させて配置する。
- (3) 面格子壁を留めるラグスクリューの耐力は、面格子壁の計算上の耐力の2倍を確保する。
- (4) 改修工事は地域住民とのワークショップ（WS）形式で行うため、壁の増設は1階のみとする。

改修後の1階平面図（耐力要素のみ記入）を図2に、改修に用いる面格子壁の概要を図3に示す。いずれの面格子壁も、片側に新たに柱を設け、柱・桁・框の軸組内に設置する。新設柱の柱頭・柱脚は雇いホゾ+込栓で緊結する。前節の完全弾塑性モデルを適用すると、各面格子壁の耐力はそれぞれ4.16 kN、1.84 kN と計算される。

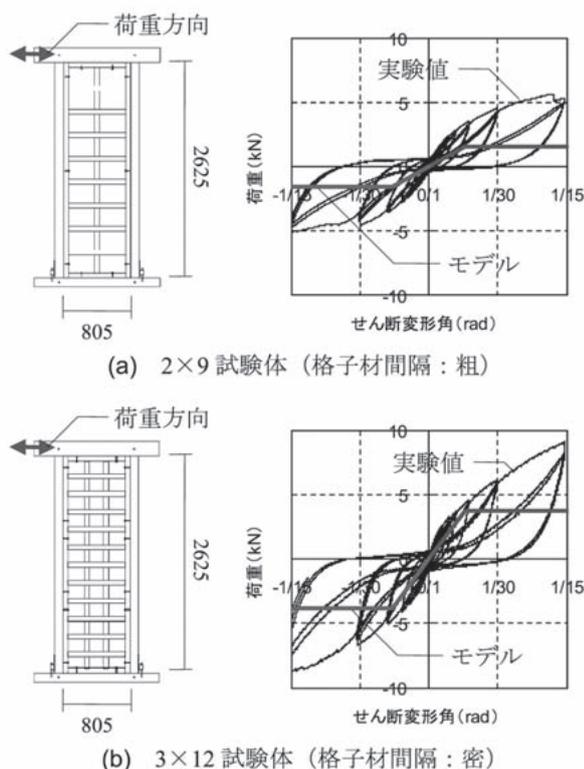


図1 面格子壁試験体と実験結果・モデル

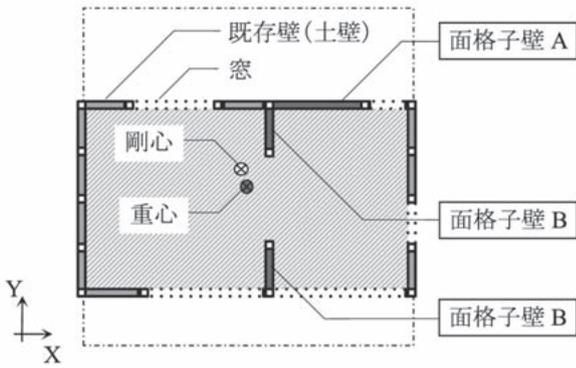


図2 「エコ民家」の1階平面図(改修案)

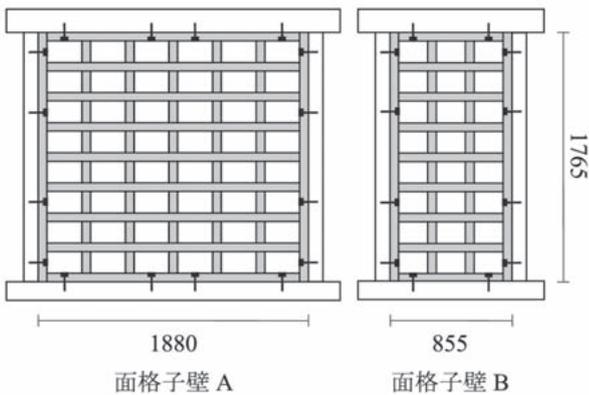


図3 「エコ民家」の耐震改修に用いた面格子壁

改修前後の建物の耐震診断は、「木造住宅の耐震診断と補強方法」⁴⁾の「精密診断法1」に準じて行う。改修前後の診断評点の比較を表1に示す。評点1.0は、現行の耐震設計基準に相当する耐震性能を持つことを意味する。

改修前では、2階X方向以外、各階各方向とも耐力が不足して、評点が1.0を大きく下回る。特に1階X方向は耐力が低く、さらに剛性率(剛性の立面的バランス)も悪いため、評点が低くなっている。改修後も、評点が1.0を下回っているが、1階各方向に面格子壁を増設したため、評点は3~5割上昇した。前節に示した実験結果と完全弾塑性モデルの関係を考慮すると、実際の耐震性能は、計算上の評点よりもかなり高いと予想される。

表1 改修前後の耐震診断評点

	階	X方向	Y方向
改修前	2階	1.35	0.49
	1階	0.22	0.31
改修後	2階	1.35	0.49
	1階	0.33	0.42

4. 地域住民との協働による改修工事

改修工事は、地元工務店の指導の下、地域住民と

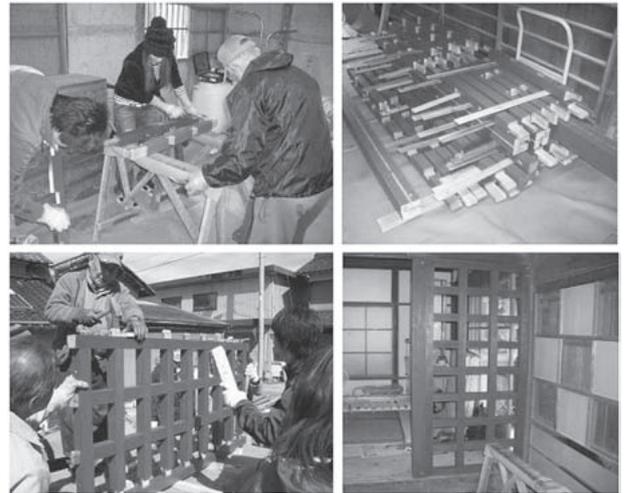


図4 地域住民が参加した改修工事の様子

大学生が参加して、2日間のWS形式で行った。初日は格子材にベンガラを塗る作業を、2日目は面格子壁の組立と建物への設置作業を行った。ベンガラは、酸化鉄を成分とする帯黄赤色の顔料で、かつては滋賀県湖北地方の民家でよく用いられた。WSでは、失われつつある地域の伝統技術の体験も目的とした。作業の様子を図4に示す。

5. まとめ

本報の内容は、大学での建築工学的な研究成果を地域社会に還元するものであり、大学における持続的な地域連携のあり方の1つである。WSには、地域住民だけでなく若い学生も参加しており、地域住民のつながりが希薄化・弱体化しつつある現代社会において、「地域住民の絆の強化」や「伝統技術の伝承」という点で大きな意義を持つ。このような取り組みが、地域活性化の一助になることを期待したい。

さらに、面格子は比較的細い材料で構成することができるため、間伐材や小径木の利用促進も期待される。これまであまり利用されなかった間伐材や小径木の有効活用することにより、環境保全上の課題に対する解決策としての可能性も秘めている。

謝辞

改修計画・工事には、吉田清一氏・実氏(吉田建築)、福川康宏氏(福川工務店)、平居晋氏(A.SITE)の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 高田豊文、地域住民との協働による伝統木造建築の耐震改修－彦根市寺子屋「力石」での活動報告、日本生活学会第35回研究発表大会梗概集、pp.65-66, 2008。

- 2) 中西智也・高田豊文、面格子壁を挿入した木造軸組の水平加力試験、日本建築学会大会学術講演梗概集、C1、pp.285 - 286, 2009。
- 3) 土塗壁等告示に係る技術解説書作成編集委員会、土塗壁・面格子壁・落とし込み板壁の壁倍率に係る技術解説書、日本住宅・木造技術センター、2004。
- 4) 木造住宅の耐震診断と補強方法（初版第5刷）、日本建築防災協会、2005。

近江の古建築にみる建築の再利用

富島 義幸

環境建築デザイン学科

はじめに

現代の大きな環境問題の一つに、建設事業にともなう森林の伐採や、建材の破棄による環境破壊がある。環境科学部において日本建築史を専門とする筆者が、近江という地域から何が発信できるのか。日頃の調査研究や教育の取り組みのなかから、日本の伝統的な建築における再利用について考えてみたい。

吉御子神社本殿

一 式年造替後の社殿はどうなるのか一

日本の神社の伝統には、何年かに一度、建物を建て替える式年造替という制度がある。伊勢神宮の式年造替は有名で、20年ごとに正殿や宝殿はもちろん、門や塀・鳥居までも一新される。式年造替はかつて多くの神社でおこなわれていた。一方、法隆寺金堂・五重塔や薬師寺東塔などが示すように、きちんとつくられた日本建築は千年以上使える。ならば20年しかたっていない社殿はまだまだ使えるはずで、環境問題について考えていると、古い社殿はどうなるのかという疑問が浮かんでこよう。こうした疑問に一つの答えを与えてくれるのが吉御子神社本殿（重要文化財、甲賀郡石部）だ。

はじめて吉御子神社を訪ねたときにはおどろいた。その本殿は京都の上賀茂神社とまったく同じだったからである。なぜ、ここに上賀茂神社と同じ本殿があるのか。じつはこの社殿は、元治元年(1864)に上賀茂神社が最後の式年造替をしたきに出てきた旧社殿を移築してきたものだったのである。こうした事情は棟札に記されている。

式年造替で出た古い社殿をそのまま別の神社で使う事例は、奈良の春日大社も有名だ。春日大社の式年造替では、本殿が4棟、摂社である若宮が1棟、計5棟の同じ形式の社殿が造替される。一度に5棟の古い社殿が出るわけで、奈良県内や京都府南部、大阪府にいくつもの移築された春日大社の旧社殿がのこっている。

浄厳院本堂

一本尊も本堂もつくりず寺を創建一

戦国時代の近江の寺院では、かなり盛んに堂塔の移築がおこなわれていた。有名な例は安土の摠見寺だ。織田信長が天正年間(1573～92)、安土城の中

に創建したこの寺の三重塔（重要文化財、享徳3年〈1454〉）は、甲賀郡石部の長寿寺から移築したものである。仁王門の金剛力士（重要文化財）にも創建よりも古い応仁元年(1467)の銘があり、別のところからもってこられたことがわかる。

同じく信長が建てた浄厳院は、寺院を建立とは何かを問いかけてくる。浄厳院は浄土宗と法華宗のあいだで安土宗論がおこなわれたことで有名である。その本堂（重要文化財、室町時代）は多賀村（現在の近江八幡市）の興隆寺弥勒堂を移築し、本尊として愛知郡から丈六（立像で約4.8メートル）の阿弥陀如来像（重要文化財、平安時代後期）を遷座してきた。本尊・本堂ともたいへんすばらしいもので、天下の信長は、みずからは仏像をつくることもなく、また仏堂も建てることもなく、立派な寺院を創建してしまったのである。もちろん本堂は興隆寺時代そのままではなく、この移築にともなって、内部が浄土宗本堂にふさわしい形式へと改造されている。

八幡神社本殿 ー日本伝統のプレハブ建築ー

愛荘町愛知川に小さいながらも、たいへん質の高い社殿がある。八幡神社本殿である（滋賀県指定文化財）。この地域にはめずらしく華やかな装飾がほどこされ、梁の絵様などの曲線は流麗で、彫りの切れも抜群にいい。じつはこの社殿は、地元の大工ではなく、大坂の宮屋という大工が建てたものなのだ。

この社殿について一枚の古文書がのこっていた。社殿を建てるにあたっての寛文11年(1671)の見積書だ。おもしろいのは追加オプションを提案していることで、規模や組物、材料などの基本的な仕様と代金が示されたあとで、唐破風をつけるといくら追加料金がかかるか書かれている。八幡神社ではこの提案にのった。だから今の本殿には正面に華やかな唐破風がついている。

この社殿はこれだけでもおもしろいのだが、本題はこれからである。見積書の最後に、この建物は近江の伊庭（現在の東近江市能登川）に付けてから現地にもっていくとある。これはどういうことか。じつは宮屋は大坂の工場で主要な部材を刻み、現地で組み立てるという方法をとっていたのである。八幡神社の場合、加工した部材を大坂から宇治川・湖上へと舟で運び、伊庭で部材を荷揚げして陸路で愛知川まで運んで組み立てたことになる。この社殿の意

匠が傑出しているのは、大坂の工場で、腕のいい職人が最新のデザインを、丁寧に彫ることができたからだ。

また、この方法だと現場での工事期間は短くなり、職人を遠くに長期間に派遣しなくてすむ。そのためか宮屋の営業範囲は広く、遠くは鳥根県隠岐にも社殿がのこっている。400年も前のことなのに、受注の仕方や工場加工と現場での組み立て、広い地域におよぶ仕事など、まるで現代のプレハブ住宅メーカーの仕事ぶりだ。

日本の伝統的な建築は、組み立てやすいだけでなく、逆にバラバラに解体もしやすい。移築するとき、大工は建てたときは逆の手順で建物を解体し、別の場所でふたたび組み立てる。解体するのは移築のときだけではない。木造の建築は何百年かに一度、解体して大修理される。傷んでいても普段のメンテナンスでは直せないような部材を取替え、礎石を水平に据え直し、傾いた柱をまっすぐに建て直すことで、建物にふたたび何百年もの命がふきこまれるのだ。

西明寺本堂 一巧みな改築技術一

解体や移築が可能であれば、現地での改築も可能だ。建てた後で、たくみに規模を拡張した建物がある。西明寺本堂（国宝、甲良町）である。七間堂、すなわち正面の柱間が7間という規模で、穏やかに延びた檜皮葺の屋根が美しい。鎌倉前期に建てられたもので、当初は今よりもひとまわり小さな五間堂であった。それを南北朝時代ころに七間堂へと拡張したのが現在の姿である（【図①】）。注目すべきはその方法と技術である。専門家でも少し見ただけで

は、どこをどう改造したのかわからないほど見事な仕事なのだ。

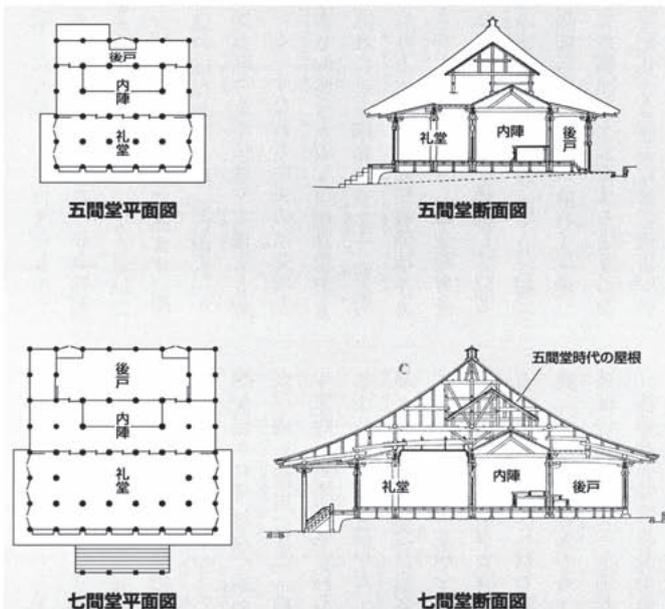
では、どのように改造したのか。堂の前方の礼堂では、内部に立つ柱と表側の柱が梁でつながれて一つのセットになっているので、外陣を拡張するのに、このセットをそのまま前方にスライドさせる（【図②】）。礼堂の側面や後戸背面の柱も外側に移動する。足りない柱や梁はおぎなっているが、もとあった材料と構造を最大限に活かしながら拡張しているのである。発想・技術ともにすばらしい。

改造前の五間堂と後の七間堂をみくらべたとき、同じ建物と思えるだろうか。もし現代、五間堂があるところに、より大きな七間堂が必要になったら、われわれはまず間違いなく今ある五間堂を取り壊し、新しい建物を建てるだろう。建物が何百年も立っている間には、使い勝手や用途が変わって、根本的というべきリフォームが求められることもある。日本の伝統的な木造建築と技術はこうした要求にもこたえられるものだった。

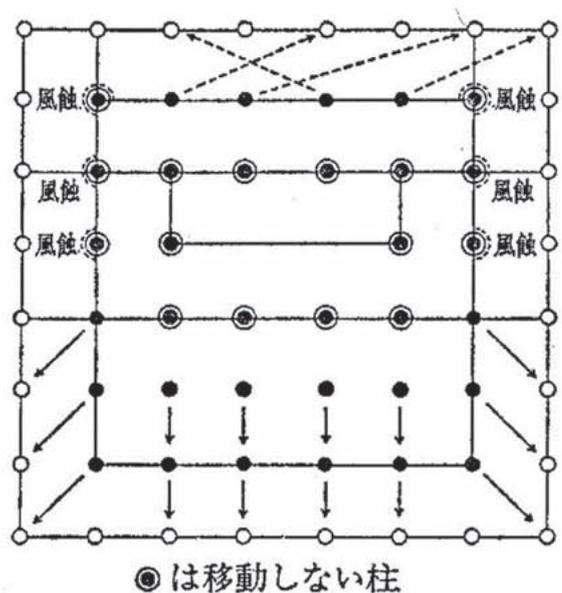
最後にもう一言付け加えておこう。古い仏堂や社殿では、仏像や神体をまつる内陣に雨が漏ってこないよう、屋根の下に用心屋根というもう一つ別の屋根をかけることが多い。現在の西明寺本堂では、五間堂時代の屋根までも用心屋根として活用している（【図①】）。

おわりに

かつて、日本では建物の移築や再利用は日常におこなわれていた。ここではとりあげられなかった事例はたくさんある。もちろん民家の移築もおこなわれていたし、小屋組のような見えないところでは



【図①】 建立当初の西明寺本堂と現在の西明寺本堂



【図②】 西明寺本堂の改築にともなう柱の移動

ごくあたりまえに古材が使われていた。

移築や再利用の背景には経済性や効率性といった合理主義的発想があったのは確かである。「もったいない」だとか、「良いモノだからほしい」というような、モノに対する素朴な気持ちもあったと思う。しかし、とくに宗教建築などは、それだけで再利用されてきたわけではなかろう。伝統や時間の重みに敬意をはらい、建築というモノに宿る霊性や意味と真摯に向き合う、かつての人びとの心があったはずだ。

移築された仏堂や社殿は、新しい主——仏や神——を住ませ、新しい人びとの祈りを受け入れる。浄厳院本堂で本尊と向き合うとき、今ある姿に向けられてきた祈りとともに、ここに来る前、だれがどのような思いでこの像を造り、どのような人びとが祈ってきたのかと想像はふくらんでいく。建物はもちろん仏像までも、過去をいだきつつ、新しい土地で新しい歴史を積み上げていくことができるのだ。建物の再利用は記憶や祈りなど心の問題につながる、ゆたかな建築文化となりうるはずだ。建設事業におけるリサイクルの問題は切迫した課題である。だからといって建物がもつ過去を無視して、合理主義だけでリサイクルしていくならば、それはあまりにももったいない。

主要参考文献

黒田昇義『春日大社建築史論』（綜芸社、1978）、永井規男「近世大坂大工宮屋とその営業形態」（『隠岐の文化財』6、1988）、『週刊朝日百科 日本の国宝 80 滋賀5』（朝日新聞社、1998）、愛知川町史編集委員会編『近江 愛知川町の歴史 第四巻』（愛荘町、2007）、岡達也『前近代の日本における建築の移築についての研究』（滋賀県立大学環境科学部環境建築デザイン学科 2009 年度卒業論文）

図版出典

【図①】は『週刊朝日百科 日本の国宝 80 滋賀5』（朝日新聞社、1998）、【図②】は山岸常人『中世寺院社会と仏堂』（塙書房、1990）より転載

環境科学の目で見えた滋賀の地域 －幾つかの「空間計画」的視点で見る－

水原 渉

環境建築デザイン学科

■はじめに－

「環境科学の目」と「空間計画的な目」

環境建築デザイン学科における「環境科学の目」はどんな目なのだろうか？環境科学と言っても、自然科学的な立場で、自然・都市環境の因果関係を分析的研究によって解明する分野だけで構成されるのではない。計画、政策などの社会科学的な分野も当然ながら統合されていかなければならない。そして、そこには空間の視点が重要である。環境は空間・空間状況と密接な関係を持っている。滋賀県立大学環境科学部の学科構成は、この様な環境科学のあり方と一致している全国でも希な例である。

環境には「環境媒体」と言われる要素がある。土地（土壌と地面）、水、大気が環境三媒体として中心的なもので、生物も加える場合がある。更に、市街地、大規模施設など人工的な要素との関係の中で、これらの複合系として、例えば水系など地形的な基盤上で、独自の地域環境が作りあげられる。

これらのあり方は、「存在」にしる「運動」にしる、空間的である。生物にはビオトープなどとして成立する生育・生息の場が必要とされる。しかし、それが人為的影響で損なわれ、生物多様性の喪失が進んでいたり、野生動物が人間生活の場を侵害してくるといった状況が起こっている。また、「自然的人間にとっての生息の場」である都市・地域の環境を、地域の自然環境も含めて、如何に適正に回復し発展させていくかが大きな課題である。これらの課題に対して空間的、計画的把握が必要である。

この意味で、滋賀県（ひいては日本）の空間計画が、環境視点とどの様に結びつけられるべきか、環境の視点を取り込める空間計画がどのように進められるべきかについて、3例に絞って取り上げ、検討していく。

■大きな視点－ 地域計画の不在

直接的には不動産投機による乱開発と地価高騰、しかしまた、大社会問題であった公害の経験による公害発生源となりえる施設の立地問題、自然保護を求める社会的な声の高まりなどを背景として、1974年に国土利用計画法が制定された。この中で、3行政段階で国土利用計画を定め(全国:義務、他:可能)、都道府県レベルでは土地利用基本計画図の作成が義務づけられ滋賀県でも作成されている。空間計画と

しての地域計画（Regional Plan）に当たるのは限定的ながら土地利用基本計画図だと言える。

土地利用基本計画図では5地域が表示され、各地域の具体的な土地利用規制・誘導は、5つの個別法、つまり都市計画法、農振法、森林法、自然公園法、自然環境保全法に基づくそれぞれの計画と規則によって進められる。しかし、これらの法律は国土利用計画法の制定前に設けられたもので、それぞれに目的と役割があり、基本的に土地利用基本計画（図）は、それらの計画を合体した上で調整する機能しか持っていない。

一応、土地利用基本計画は各計画の「上位計画」とされているが、各個別法には土地利用基本計画に対する尊重・配慮条項とでも言うべき規定はなく、その関係は非常に弱いものになっている。その典型が開発による森林の縮小で、道路などの計画でそれが行われる場合、土地利用基本計画の変更の手続きに入るのは、事業が一定進んだ段階である（全国的に同様）。実質的には上位計画の機能を果たし得ていない。

本来、上位計画というのは、まずその段階での「きめの粗い」目標が示されており、変更の場合にはそれに照らしあわせて、多面的に、きめの粗い検討を行い、その結果として可否、修正などの判断が下されるべきものである。この検討の中には環境影響評価も戦略的なものとして行い、許可判断の基礎に置く必要があるだろう。

滋賀県でも森林環境税を県民から森林整備の目的で徴収しているが、他方では事前検討の余地なく森林伐採を終了し、事業が一定進んだ段階で、県土利用に関わる計画で初めて検討されるという仕組みは、県民にとって非常に無責任なものと言わざるを得ない。

土地利用計画は、土地利用の機能的側面を検討するもので、本来的には重要な道路計画やその他の広域関連施設をも含める必要がある。この意味からしても土地利用基本計画は空間計画としては、不備な面を持っている。次の大規模小売店舗の立地問題についても、基礎自治体を越えた影響を持ち、土地利用計画の対象になりえるものだ。広域行政主体にとって、手続きの科学性、透明性なども担保する、本来の意味での地域計画（Regional Plan）が必要とされていると思う。

■関係の視点ー コンパクトな都市づくり

これからの都市・地域づくりの重要な観点の一つとして、コンパクトな都市づくりが課題となっている。自動車による個別交通をできるだけ抑制し、環境負荷を抑制することを重視した考え方だが、これは、日本の今後の少子高齢化、人口減少社会の中で、都市の縮減が課題になりつつあるとき、より現実味を帯びてくる。郊外化した住宅地や散在的に立地する集落を廃止して中核的市街地に統合するようなことが課題として現れてくるのではないだろう。地に足のついた形で、徐々に進めていく必要がある。

コンパクトシティの考え方の一つに「歩いて日常の用が足せるまち」というものがある。「滋賀県基本構想」(2007年12月)でも、将来の市街地をどのように形成していくべきかについて、身近なところで日常の用が足せる安全で快適なまちづくり、活気のある市街地の形成、中心市街地の活性化を推進等の形で触れている(27頁または同31頁ー公開版によって異なる)。

しかし、現実はいくつか逆行する動きを容認してきたし、今後もその可能性はある。この動きは、例えば大型小売店舗の開設に見られる。近江大橋のたもとにある草津市の超大規模ショッピングセンター、琵琶湖大橋たもとにある守山市の超大規模ショッピングセンター、大津市瀬田の大規模ショッピングセンターなど、ここ数年の間にも新たな開設が一気に進んだ。

これらとの因果関係は直接的に測れないが、既存の日常生活関連小売業の廃業がその後も進行している。自分の研究室では、ここ何年間、小売店を都市機能に重要な施設と位置づけ、立地問題の調査を進めている。

例えば大津市膳所にあった中規模スーパーマーケット(生鮮食料品店)で上記大型店の進出後、近隣のスーパー開設の影響もあり廃業した例があるが、調査でその近隣住民の幾つかの意見に出くわした。高齢の人からだが、「別のスーパーを利用せざると得ないが歩いて15分はきつい。大型店舗の規制をしなくてはダメだ」、「買物環境が大きく変わって本当に困っている。そこでもっと自分たちが買物をして支えるべきだったのではと考えている」など切実な声が出されている。買物は普通は散歩を兼ねたり気分転換や日常生活のチョットした刺激として、楽しいものであるはずが苦痛に変わっている。

基本構想で「身近なところ」の定義はされていないが、日常生活においては「歩行可能範囲」と理解すべきだろう。この様な商業立地の構造的変化はコ

ンパクト化とは逆のものである。

これに向けては、公的課題として、都市内地域の供給核を位置づけ、食料品を中心とする日常生活に必須の小売機能などの立地保全、誘導をしていくなどの方策が検討される必要がある。これには基礎自治体単独対応も必要だが、更には大型店の様な広い影響を持つ商業施設は基礎自治体間での調整作業なども含められるべきであろう。ここでは商業影響の関係の視点が重要なのである。

■小さな視点ー 田園景観の回復

京都などからの来客が、列車の窓から見た滋賀県内の景観を「もう他所では見られなくなった豊かな田園風景がに広がっている」と褒めてくれることがある……が、本当にそうなのか。あちこちに見られる建物のない広々とした田園風景は人々に開放感を与え、特に初夏の頃の稲の成長期の緑がいつぱいの季節には、人の目をなごませてくれる。このような景観は非常に貴重である。しかし、開放感の中で、何か少し違うなと感じさせるものがある。

その一つに電柱列がある。田園の中を通る道路添いには上部に大きな変圧器をのせて田園景観の広がりを分断している。そればかりかその様な道路沿い電柱列から田んぼの中に距離にして100m程度の「小さな電柱列」が入り込み途中で終わっている様なものもある。これは地下水の揚水ポンプ用のものが多いのだが、これも「開放空間」的効果を妨げている。大地の広がりを感じさせてくれるのは田園しなく、この意味でも非常に貴重である。

地方都市の魅力の一つに「空間構造的多様性」があるだろう。都市の中核部分があり、山、水面、緑といった自然的要素に加えて、田園も重要である。これらの要素を一定のバランスで持ったが多くの滋賀県の自治体は、基本的に豊かな空間構造を備えている。田園の「小さな電柱列」は量的にも多くなく、住宅敷地内で埋設される場合の様に簡易な地下埋設などで対応できるだろうし、田園景観の改善課題として考えていってよいのではないか。場合によれば田園景観回復地区の指定などで沿道沿いの電柱列も対象として扱う方法もあるだろう。田園の開放空間機能にも、もっと目を向けていく必要がある。

琵琶湖の環境悪化と土壤微生物

上田 邦夫

生物資源管理学科

私はかねてより、東京湾、有明海、瀬戸内海、伊勢湾のような浅海域で湾や湾状の半閉鎖水系になっている所では、そこへ流入する河川へダムを建設することは非常に問題が多いと主張してきた。琵琶湖もまたその中にはいる。その理由について簡単ではあるが以下に述べてみたい。

1. ダムの働き

1) ダムと土壤粒子

土壤は砂、シルト、粘土といった風に土壤粒子の大きさにより分類されている。これらが一緒になって川を流れているのであるが、ダムができるとこれらのうち粒子の大きい砂の区分はすべてダムの底に沈積することになる。またシルトや粘土粒子もある程度はダムの底に沈積する。

しかし粒子の小さい粘土やシルトだけがダムを乗り越えて下流に流されることになる。また有機物は比重が水に近いのでこれもこれらと一緒に流されることになる。

今仮に土壤区分が壤土である土壤がダムに流されて来たとする、その流出土壌は図1ごとの組成になりシルトや粘土ばかりと有機物の組成になってしまう。

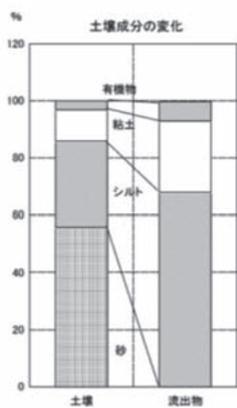


図1 ダムからの流出物

山から流出してくる土壤は岩石の風化物が主であるのでその組成はもっと砂の割合が大きいと推定できるが、ダムから流出する区分は粘土やシルトばかりと有機物からなる土壤となってしまう。このことがダム下流の湖沼などの底土の貧酸素化や嫌気化を引き起こしてしまう。

2) 彦根以南の湖岸の砂分布と琵琶湖湖底

このような状況が起こる前の状態を知るために筆者は以下のような調査をおこなった。滋賀県彦根市の琵琶湖湖岸沿いの図2地点で砂を採取した。それを風乾後にふるいでふるいその区分ごとの重量を測定して重量%を求めた。ふるいの大きさは2.0mm以上、2.0～1.4mm、1.4～1.0mm、1.0～0.5mm、0.5～0.25mm、0.25mm以下(0.02mm以上)である。

得られた結果は図3のようになった。これを見る

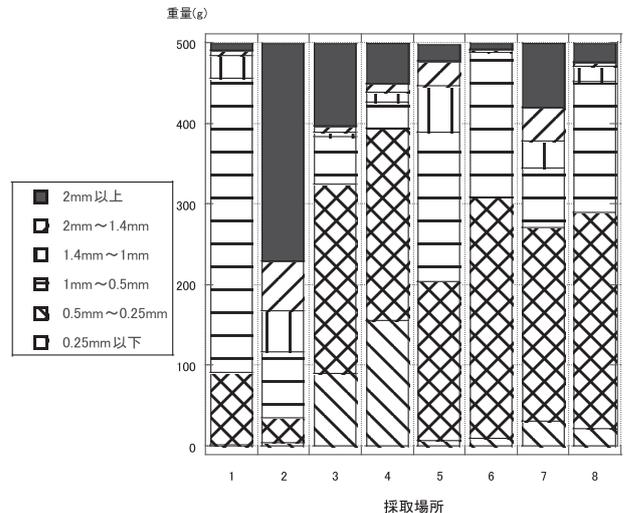


図2 各地点での砂の粒径組成

と地点2から3,4になるとその粒子が小さくなる。しかし地点5からは粒子組成がかなり変化してしまうが、やはり粒子は大きいものが減少している。地点6ではそうした傾向が崩れてしまい地点5の粒子組成と似たような傾向を持っている。地点4と5で不連続になるのはこの間に宇曾川という犬上川と同じくらいではあるが流れが緩やかな川が存在するためと考えられる。また地点6と7の間には柳川の河口が存在する。

このような結果から、犬上川の水が図2の矢印のようになっているとすると、さきほどの粒子の沈降速度の式から粒径の小さいものほど遠くに飛ばされると考えられる。このようなことから、ダムができる以前には湖岸の砂分布と同じ砂分布が湖底にも存在したと考えられる。したがってその分布は図4のような扇状になっていたはずである。この場合色の薄いものほど粒径が小さいものを表している。



図3 犬上川から琵琶湖への土砂の流入

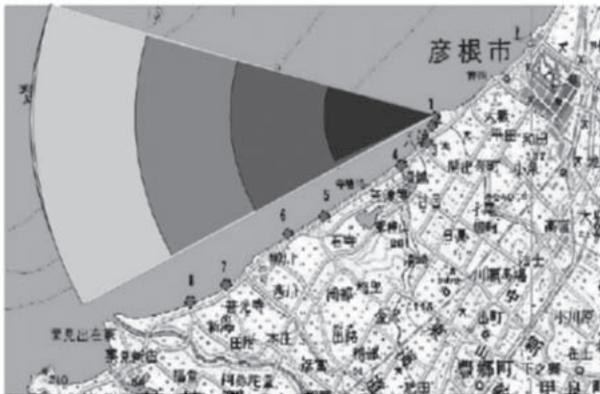


図4 砂の流出と湖岸への漂着

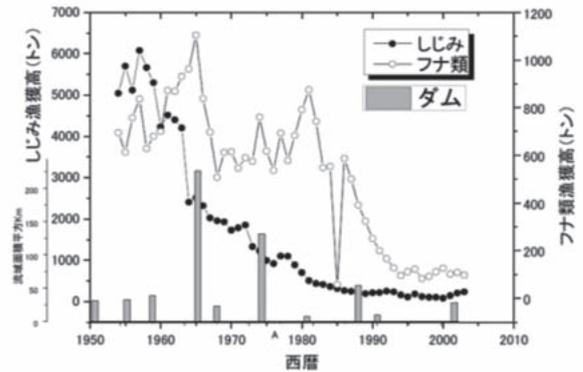


図5 シジミとダム

3) 琵琶湖と流入河川へのダム建設

今日までに安曇川を除く主要河川にダムが建設されてきた。その主要目的は滋賀県の場合、農業用水であることが特徴である。特に初期にその目的のものが多し。具体的には犬上ダム、野洲川ダム、大原ダム、芹川ダム、愛知川ダムなどがそうである。滋賀県では琵琶湖がありながら、標高の高いところでは、水田面積の拡大に伴って早い時期から水不足に陥っていた。犬上川の水争いは全国的に有名であったし、犬上ダムという農業用ダムの建設も全国に先駆けたものであった。

次にこれらのダムと魚貝類の減少との関係をグラフに示すと図5になる。これから言えることはシジミの漁獲量に及ぼしたダムの影響があったとするなら、それはかなり早かったということである。

シジミの漁獲量の統計がとられはじめたのは昭和29年(1954年)からである。どうしてこの年から記録がとられ始めたのか定かではないが、何らかの必要が生じたのではないかと考えられる。それは漁獲量をはじめとする何らかの異変であったのではないだろうか。つまり図5からは1957年に最高の漁獲量を示しているが、犬上ダムが最初に建設された(1946年)以前にはもっと多い漁獲量ないし存在量があったのではないだろうか。

次に建設された野洲川ダム(1951年)の影響は決定的であったことがわかる。次に建設された永源寺ダムが完成される前にはその漁獲量は大きく減少している。野洲川河口はもっともシジミが多く採れた場所であると聞くので野洲川ダムの影響が大きかったのは至極当然であるといえる。

次にフナ類であるが、この漁獲高はシジミの漁獲高のあとを追っているように見える(図6)。フナ類は貝類とは異なり自ら生息環境の良い場所に移動できるので、環境悪化に強いことは予想できることである。しかし、結局は衰退の一途をたどってしまった。

2. 琵琶湖の更なる環境悪化

1) チオプロローカと硫酸還元菌の発生

湖水中の溶存酸素が低下しはじめて湖底付近は貧酸素化していると琵琶湖研究所が報告している。それによると水深80mでの溶存酸素の低下は1950年頃から始まっているが1980年頃にはかなり深刻になりつつある。チオプロローカは1991年にはじめて琵琶湖でも発見された。

これは溶存酸素の低下とよく合致する現象である。琵琶湖研究所によれば2002年には琵琶湖全域でチオプロローカが確認されている。溶存酸素の低下は湖底の泥の多い土壌が酸素分を失い嫌気的になったことからくるのである。湖底が砂で覆われて溶存酸素を多く含む水で満たされているならば、その上層に存在する湖水が嫌気的になるわけではないのである。

しかもチオプロローカが出現したからにはチオプロローカが生育に必要な硫化水素が発生しているわけである。これはまぎれもなく湖底土壌中で硫酸還元菌が発生していることの証拠になる。これは水田土壌とよく似ている。水田では田面水を張るため、気温の上昇とともに土がすぐに嫌気的になる。

すると硫化水素が発生するようになる。しかし土壌中に鉄が豊富に存在すると硫化鉄となり無害化されてしまうが、そうでなければ秋落ち水田となり秋には収穫量が激減する。これは水稻の根が硫化水素にやられ根腐れを起こすためである。

湖底の泥中で硫酸還元菌により発生させられた硫化水素は湖水に紛れでてくる。これがチオプロローカの栄養素になるわけである。しかしチオプロローカは嫌気性細菌ではなく、好気性細菌である。また独立栄養細菌ではなく従属栄養細菌である。つまり、湖底から湧き出てくる硫化水素を利用しつつ湖水の溶存酸素を利用し、湖底にある、あるいは湖底から出てくる有機物を利用しつつ生活しているわけであ

る。このような条件が整っているといえるのである。

2) 魚貝類の漁獲量の推移

先に魚貝類の漁獲量の推移を図7に示した。これは滋賀県水産試験場のデータをグラフ化したものである。これからわかるのは真っ先にセタシジミが減少していったことである。

湖底が砂で覆われていたとき、かつそこに有機物が少なかったとき貝は砂の間に含まれる水の溶存酸素を利用して呼吸ができたが、そこが粘土やシルトで満たされかつ有機物を含むとたちまちにしてその中に含まれる水の溶存酸素は低下してしまい貝類は窒息死してしまうであろう。そのことが貝類の漁獲量の激減につながっていると考えられる。

それではなぜ砂ではなく粘土粒子やシルト粒子で湖底が覆われるようになったのかといえば、前述したようにそれはダムができたからである。

この図にはタナゴの数値は出ていないがタナゴは琵琶湖で最も一般的に生息がみられた魚であるにもかかわらず今日では全くみられない。それもそのはずでタナゴは二枚貝にたまごを生み付けて繁殖するからである。二枚貝の減少とともに減少したのである。

フナ類やコイ類が次ぎに減少しモロコの漁獲量はその次に激減するのである。この原因についても今日ははっきりしているわけではない。ひとつにはヨシ原など産卵に適したところが減少したためか産卵するために遡上する水田が排水路の工事により少なくなったと考えられること。また、琵琶湖水位の変動により産卵されたときは水面下にあったものが水位の低下により干上がってしまうことも原因に考えられている。ひとつにはブルーギルに産卵後の卵を

食べられてしまうことやオオクチバスがフナ、コイの稚魚を食べてしまうと考えられることなどが考えられている。

しかし筆者はフナ、コイが著しく減少しはじめる1980年頃に着目した。そのころの湖底環境を考えると湖底の溶存酸素の低下が観測されはじめた時期であることがわかるし、また下水道が普及し始めた頃でもあることがわかる。そのころから硫酸還元菌の活発な活動が開始されはじめて湖底で硫化水素の発生がはじまり、湖底に近い水域で生息するのが死んでいったのではないかと推定し、あるものは下水から流れていた台所排水に含まれた残飯が減少していったことに大きな影響を受けたとも推定している。

3) その他の現象とその解釈

琵琶湖の異変はセタシジミの漁獲量が激減することから始まった。昭和35年頃の話である。時期は少しずれるにしても瀬戸内海などの内海でもたいてい同じ現象が起こっている。しかしその原因は今日至るまで、いまだに特定されてはいない。その次に現れた現象はユスリカの発生である。しかし、ユスリカは特に目立った話題にのぼることもなく時は経過していったようだ。その次に現れたのが赤潮の発生である。これには時の県政担当者は相当驚いたようだし、新聞等のマスコミも大きく報道した。これは琵琶湖の富栄養化が原因だということになり、琵琶湖富栄養化防止条例が制定され主にリン酸の排出規制に取り組まれるようになった。そのことが成果をあげたかのように、やがて赤潮の発生は収まっていった。しかし赤潮が沈静化しはじめると、次にアオコが発生するようになった。赤潮は今ではほとんど発生しなくなったが、アオコのほうは発生し続けている。赤潮もアオコもその発生機構はいまだに解明されていない。

次に起こったことは、チオプロローカの出現である。琵琶湖の漁師が網を引き上げてみるとべっとりと網に付着するものがあつた。それで琵琶湖研究所に持ち込んだそうである。チオプロローカの出現はこんなものが出たということで専門家の話題にしかなくなっていくようなのだが、ことは赤潮より重要だといわなければならない。なぜなら硫酸還元菌がはびこるようになったことが確かであるからである。湖底の土壌(泥)が嫌気化し、硫酸還元菌により硫化水素が発生していると考えられるからである。今のところ硫酸還元菌の調査はなされていないが、このことは確かだといえる。

このように琵琶湖で起こってきたことを個々の事象を個別にとり挙げずに、経時的に取り上げ考えて

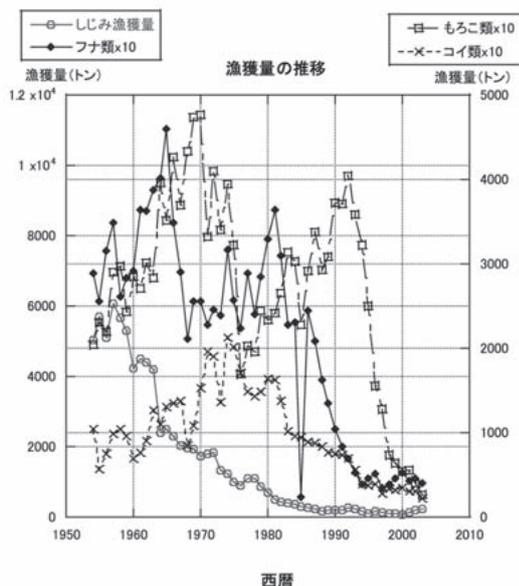


図6 琵琶湖の漁獲量推移

みると一つのことが見えてくる。それは土壤微生物による湖底の嫌気化である。それは主としてダムの影響であることは明白である。特にユスリカの場合は既にはっきりとその生態がわかっており、有機物で汚染される初期に発生がはじまり有機物による汚染が進むと消えてしまうということから考えて、有機物の汚染が進んでいったことが伺える。

ユスリカは有機物を食べて成虫になり外に飛び立つため、湖底の浄化に役立つといわれているが、それにも増して汚染が進んだといえるのである。

さらに汚染が進むと湖底の還元化は進み、酸化還元電位は低下することになる。この結果硫酸還元菌が生育し硫化水素を発生するようになる。この現象は東京湾などで起こっている青潮と基本的には同じ現象であるといえる。海水には硫酸イオンが琵琶湖の100倍程の2000ppmは含まれており、硫化水素の発生量は琵琶湖における比ではない。このため海面近くに上昇してきた硫化水素は酸化されてイオウとなり青白い色を呈するのである。

参考文献

琵琶湖研究所 記念誌 2005年 3月

土壌・植物栄養学 上田邦夫著 2009年 三恵社

養魚・リン・琵琶湖

杉浦 省三
生物資源管理学科

先日、養殖業者を前に「環境にやさしい飼料」の講演を行なった。30分の講演のあと、質問の時間となった。それまで静かだった聴衆の中から真っ先に出てきた質問は、「その餌は高くないですか？」だった。私はそれに答えて、「環境にやさしいという特別な要件がつくので、普通の餌より値段は少し高くなります」と説明した。すると、その方はこの回答を待っていたかの様に「そりゃアカンわ」と叫び、会場が笑いに沸いた。多分これは全員一致の笑い（拍手）だったのであろう。考えてみれば、もし私

が逆の立場だったら、やはり「アカンわ」と思っただろう。私も昔は民間の養殖業者だったから、その感覚はよく分かる。当時、私が現場で悩んでいたことは、いかに（魚を）多く生産し、病気を抑え、徹底的なコストダウンをするか…これらが死活問題だった。環境のことなど、頭の片隅にもなかった。

同じ「環境にやさしい飼料」の講演をアメリカの養殖業者を前に行なったことも何度かある。聴衆の反応は全く違い、講演のあと真剣な質問が続いた。欧米では養魚排水に関わる何らかの環境規制があ

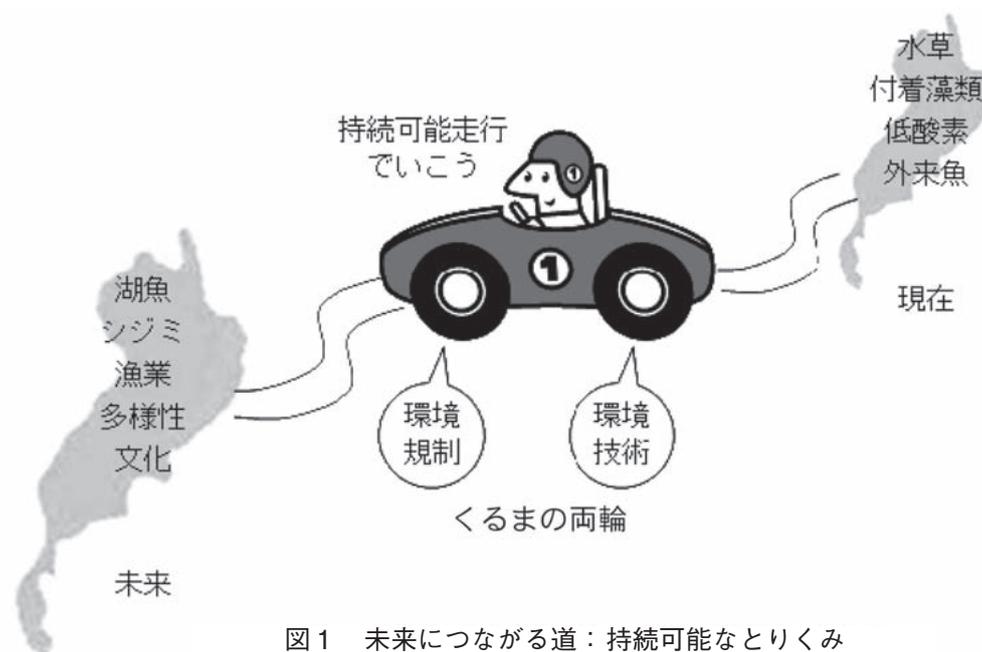


図1 未来につながる道：持続可能なとりくみ

表1 滋賀県の養殖生産によるリンの環境負荷概算量

(a) 滋賀県の養殖生産量 (トン/年)	536
(b) その生産に必要な飼料の量 (トン/年)	670
(c) 飼料のリン含有量 (%)	1.4
(d) 魚体のリン含有量 (%)	0.5
(e) 飼料中のリンのうち魚体の成長に使われた分 (%)	28.6
(f) 飼料中のリンのうち排泄された分 (%)	71.4
(h) 滋賀県の養殖魚が排泄するリンの量 (トン/年)	6.70
(i) 1kgの魚を養殖するごとに排泄されるリンの量 (g)	12.5
(k) ヒト換算量 (人分/年)	18356

備考（算出根拠）：(a) H21年全国都道府県別養殖統計（滋賀県のマス、アユ、コイ生産量：524トン）に、モロコシ10トン、フナ2トンを加算した総量；(b) $a / 0.8$ 、飼料効率80%として概算；(c) 通常の飼料成分表では、リン含量は～%以上と表記されているため、実際の含有量は分析して調べる必要がある。一般の育成用飼料（マス、アユ、コイ用）のリン含量は1.4%程度；(d) 魚体全体のリン含量は、分析データによりばらつきがあるが、0.43～0.58%程度；(e) $(a \times d / 100) \times 100 / (b \times c / 100)$ ；(f) $100 - e$ ；(h) $(b \times c / 100) \times f / 100$ ；(i) $(h \times 1000) / a$ ；(k) $(h \times 1000) / 0.365$ 、H20年国民健康・栄養調査より、ヒト1人1日あたりのリン摂取量を約1g（年間365g）とし、摂取量＝排泄量として算出

り、養殖業者はこの規制をクリアする義務があるからである。すなわち、環境にやさしいこと、それが養魚経営の死活問題に関わっているのである。このように、欧米では環境規制と環境技術がくるまの両輪の関係で機能している（図1）。環境規制だけでは業者イジメであり、環境技術だけでは業者は関心を示さない（環境にやさしい文言を宣伝できるが、生産コストが上がり実用困難）。したがって、環境規制と環境技術の双方がバランスよく存在して始めて持続可能な環境にやさしい方向に進むことができる。少なくとも欧米では、そのようにして環境にやさしい養殖が一般化（常識化）している。

表1に滋賀県の養殖生産量から逆算したリン排泄量を示した。これを見ると、日本の養魚飼料を用いて魚を養殖した場合、飼料中のリンの実に7割が排泄される（環境負荷となる）ことが分かる。養殖魚を1kg生産するごとに、約12gのリンが排泄される計算になる。これは、北欧のサケ養殖（日本はその主要な輸入国）のリン排泄量に比べて、単位生産量当り3～4倍の多さである（図2）¹。もしこの現状を欧米の関係者が知ったら驚くに違いない。「日本は世界をリードする環境先進国」などと言うものなら、それこそ笑いと拍手が返ってくるだろう。ただ、このように環境にきびしい飼料でも、滋賀県以外なら、まだ環境への影響は深刻ではないかもしれない。なぜなら、海面養殖（日本の養殖の殆どがこれ）は、海流（潮流）が排泄物を分散し除去してくれるからである。淡水養殖でも通常、河川が排泄物を海まで運び流してくれる。しかし、滋賀県では排泄物は海ではなく、琵琶湖（閉鎖性水域）に溜まる。これは大きな違いである。昔から The solution to pollution is dilution.（汚染の解決法は希釈すること）と言われるが、滋賀県ではこの原則が成り立たない。さらに悪いことに、琵琶湖の一次生産は（海と違い）基本的にリン制限下にある。にもかかわら

ず、琵琶湖の富栄養化が進んでいないのは（リン濃度が増加していないのは）、琵琶湖に流入するリンを植物プランクトンが素早く吸収して湖底に運んでしまうのが原因のようだ（そのために深層水が無酸素化するという）²。したがって湖水のリン濃度に関わらず、リンの流入量を削減することが肝要である。

最近では県内でホンモロコ養殖、ビワマス養殖など、養殖がにわかには活気づいている。湖魚が獲れない（値段が高すぎる）から、養殖への期待が増すのは当然である。養殖で湖魚を生産することは、湖魚の食文化の伝承や食育に貢献し、観光による地域振興（琵琶湖の幸・地域特産品・ブランド品）を促進する。さらに、地産地消によるフードマイレージ削減（CO₂排出削減）と食糧自給率の向上、食の安全安心、健康増進、雇用創出、年中新鮮な湖魚の提供など、養殖には多様なメリットがある³。したがって、養魚排水の規制が養殖生産の低下に繋がってはならない。湖魚養殖を推進しつつ、環境負荷を低減するとりくみが、滋賀の地域の持続可能な未来につながる道であると同時に、環境先進国日本とりわけ環境をリードする滋賀県の面目ではなからうか。

文献

1 Lopez Alvarado (1997) Aquafeeds and the environment. CIHEAM - Options Mediterraneennes, p275-289 ; 2 手塚泰彦 (1991) 湖沼の富栄養化とリン. オウミア No.38 ; 3 杉浦省三 (2010) 湖魚と養殖. おおつ環境フォーラム通信 ; 4 Ketola & Harland (1993) Trans. Am. Fish. Soc. 122:1120-1126 ; 5 Sugiura et al. (2006) Environ. Pollut. 140:95-101 ; 6 Sugiura et al. (2001) Aquacult. Res. 32:583-592.

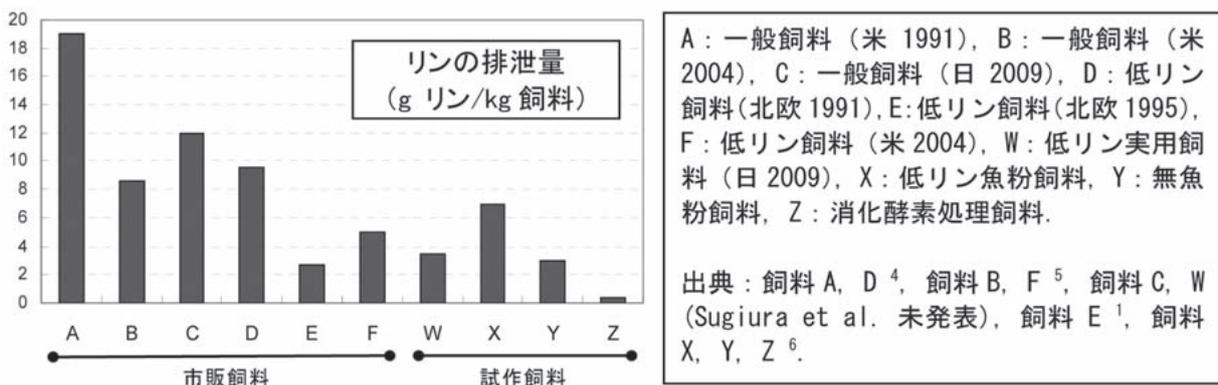


図2 飼料によるリン排泄量の違い（1kgの餌を魚に与えたとき、何gのリンが排泄されるか）

琵琶湖研究を発展させるために

長谷川 博
生物資源管理学

滋賀県立大学は1995年の開学当初は全国で最初の「環境科学部」が売りであったが、今や環境を名乗る大学は学科名を含めると相当数ある。大学を発展させるために、今後は中身で勝負しなければならない。法人化された滋賀県立大学は第2期中期計画の実施とともに、創立20周年をまもなく迎えることになる。これを機会に、大学そして環境科学部のこれまでの活動を総括し、新しい時代のヴィジョンを再構築する必要がある。

大学生の入学定員が高校の卒業生より上回るという時代に、本学のような小規模の地方大学が優れた学生を獲得して発展するためには、目指す方向は2つしかない。資格試験に合格させるための教育か、ユニークな研究を実施してそれに参画する人材を集めるかである。環境科学部の理科系分野についてみると、看護師や生活栄養士のような少なくとも学科レベルで対応が必要な資格はなく、発展の道はユニークな研究と一体になった人材育成を推進するしかない。

「キャンパスは琵琶湖、テキストは人間」という大学のコピーをどれだけ実践できたかについては批判的に振り返る必要があるが、この数年間の間に大学として琵琶湖を中心としなければ本学は生き残れないという動きが出てきたようである。法人化検討委員会の研究担当として、また研究戦略委員会に関わってきた経験を踏まえて、琵琶湖研究の今後についての私見を述べてみたい。

琵琶湖研究を柱とすることについては、大学の内からと外からと両方の動きが関わっている。

内からの動きとして一番大きいのは、里深前研究担当理事の際に立案されたGCOE申請作業である。ここでは、琵琶湖を研究の場としたプロジェクトを環境動態学専攻を拠点として立ち上げることになり、「健全な湖沼生態系を創出する生物資源利用システムの構築」が計画された。GCOEへの申請は大学院博士後期課程の院生確保の見通しが立たないことから諦めざるをえなかったが、プロジェクト立案の過程で本学のすべての学部で琵琶湖を対象とした研究に関わる教員が在籍し、しかも関係者がまとまって動ける可能性があることわかったのは大きな収穫であった。

GCOEへの申請案の基本は「環境は人間が利用

するからこそ守られる」という考えに基づくもので、「里湖」構想のひとつと考えてもらってよい。環境保全という場合、環境評価と保全対策に力点が置かれるのが多いが、ここでは「利用」という観点が強調された。なお、ここでいう生物資源とは、淡水産の魚介類に限ったものではない。赤潮の原因となる藻類や過繁茂の水草類などのように駆除の対象となるような生物や湖底の土に生きる名もない微生物なども対象である。生物は生きている環境に適応するため、それぞれがユニークな機能を持っている。今あげた生物の中には、有用な機能（たとえば難分解性物質の分解やレアメタルの蓄積）をもつものがあるだろうし、有用物質（たとえば抗ガン剤や新素材）を生産するものがあるに違いない。有用物質生産というテーマを例にすると、物質のスクリーニングと同定から、その物質を生産する生物の同定と生態の解明へと研究分野は繋がっていく。健康に有用な物質が発見できれば、環境科学部と工学部にとどまらず、研究は人間文化学部や人間看護学部まで巻き込んだ規模に拡大する。これからの社会は高度成長時代の前の生活に戻れるわけがないので、かつての利用法を再現するだけでは琵琶湖の環境を保全するのは無理である。このようなノスタルジアでは環境の修復と保全はできないだろう。新しい資源利用を開発し、新しい時代の保全法を創出するのが琵琶湖研究の今後の大きな方向と思う。

研究組織という点から見ると、学部の枠を越えた琵琶湖研究の萌芽を平成21～23年度の本学重点研究費により実施されているプロジェクト「鮎鮭の機能性に関する総合的研究」（研究代表者灘本人間文化学部教授）に見ることができる。この研究は鮎鮭およびその製造過程に出る副産物の利用を目的として、人間文化学部だけでなく環境科学部と工学部、さらには学外の関係者が分担して進行中である。鮎鮭の発酵に関わる乳酸菌が生成する物質がヒトの代謝調節に及ぼす影響を明らかにするだけでなく、その物質生産に関与する遺伝子の解明、さらには美味しい鮎鮭に関わる乳酸菌の同定まで視野に入れた研究である。予算があれば材料のニゴロブナの研究まで広げることができ、そうなればユニークな「琵琶湖研究」が成立したであろう。鮎鮭の文化的側面についてもまだまだ調査の余地がありそうである。大学の枠内の予算では限界があるが、このような研究

実績を積み上げることができれば、大型外部資金の獲得も可能となる。

菊池研究担当理事になってからは、4つの重点研究領域が策定され、琵琶湖モデル構築に関する研究が第一に取り上げられ、琵琶湖研究を中心課題とすることがより明確になってきた。研究戦略委員会の中に琵琶湖研究ワーキンググループが設置され、後で述べる3機関研究連携・統合問題を含めた関連研究の調整を行っている。教員の研究テーマとポテンシャルを活かし、新しいテーマを創出するようなワーキンググループに育ててほしいものである。現在本学の特別研究費は教員から提案されたテーマに対して交付されている。今後は研究戦略委員会が提示するテーマに教員が応募するという形の特別研究もあってよい。

外部から提起された問題は、本学環境科学部、琵琶湖環境科学研究センターおよび琵琶湖博物館の3機関の研究連携・統合問題である。県の最終方針は研究機関の合理化であるはずであるが、一昨年(2009年)秋から、まず3機関が連携して取り組める研究課題について協議がなされた。といっても、3機関で課題を設定し県に予算申請をするという作業ではなく、大型外部資金による研究を連携して実施するための調整が目的であった。会議の内容を紹介するのが本稿の目的ではないので結果だけ紹介すると、3機関からそれぞれ実施可能なテーマを提案し、2010年度から実施することになった。大学側からは、環境省からの交付金が見込める「大気降下物が琵琶湖とその集水域に与える影響の評価」を提案し採択された。この研究は現在永淵教授を中心に進められている。また、他の2機関が提案され実施されているテーマについても環境科学部の教員が参加しているはずである。

大学と行政の研究機関の研究者の間には、研究者が置かれている立場だけでなく、研究者自身の思考にも大きな隔たりがある場合が多い。琵琶湖研究にあたっては、琵琶湖の環境と資源の保全を行わねばならないという制約があり、行政との連携が必要なことも生じてくる。このような場合、研究の評価は目標を達成できたかどうかで判定されがちとなり、データの裏に隠された本来の姿を見失ってしまう危険性がある。これを防ぐためには、大学の研究者の判断力が必要である。3機関連携研究に関与されている教員には、たとえ研究の主担が他機関であっても研究の核を担って欲しいと思う。

大学の法人化以来、事業予算の縮小は研究関連費の削減という形となって、教員の研究活動に大きな

影響を及ぼしている。そのため、科研費をはじめとした競争的外部資金の獲得が大学の大きな目標となっている。科研費についてみると、獲得率の向上という成果が得られたが、基盤研究B以上の大型研究種目の獲得はまだ少なく、本学が拠点となった大きなプロジェクト研究の例はない。本学が拠点となってプロジェクト研究を進めるためには、やはり「琵琶湖」を研究の起点としたものがインパクトを与えるだろう。琵琶湖を中心とした大型研究を進めるにあたっての萌芽はでているから、それを実現し伸ばすためには何が必要で、何をなすべきかをを大学という組織だけでなく個人からも考えなければならない。

最後に、本稿では「琵琶湖研究」という言葉を特に定義せず使ってきた。この言葉は環境、資源という理科学分野だけでなく、文学的な立場からもイメージすることが可能であろう。ここでは「琵琶湖」から発想を得た研究テーマという感じで使ったことを理解いただきたい。