

福井の科学者

地域に根ざす科学者運動 105

2008・2

目 次

巻頭言

「無意識の構造」まで「皇民化」すること

松 浦 義 則 (1)

法人化がもたらすもの

小 寺 忠 (2)

大学教育の役割雑感

－私の理想の大学(工学)教育－

永 井 二 郎 (8)

「貧しいけれど豊かな国」キューバに学ぶ

北 出 芳 久 (14)

福井での公共事業の技術を考える

－地方分権と環境の世紀の中で－

宮 本 重 信 (24)

編集後記

(39)

日本科学者会議福井支部

福井での公共事業の技術を考える ー地方分権と環境の世紀の中でー

宮 本 重 信

1 はじめに

地球温暖化防止でソーラー発電が脚光を浴び補助金制度で支援されるが、設置費が発電で相殺されるには現在で約20年となっている。これに対してソーラー温水器は設置費は福井市でも10年以内であろう。普及による量産化でのコスト削減効果を保留すれば、後者が優先的に普及されてよい。だが、実際にはそうはなっていない。それは、前者は大企業が宣言で政治力も使って普及を図るが、後者は中小企業が中心で力がない、あるいは儲けにならないからだろう。屋根雪の対策でも電熱や石油の融雪装置は随分と普及しているが、環境の負荷の少ない耐雪住宅は普及しない。これも費用対効果ではなくて、屋根雪装置はこれを専属で営業販売する企業が存在するが、耐雪住宅にはそれがなくて儲けとならないことで工務店が薦めないことによる。このように身近な技術システムでも市場の限界が見られる。環境への負荷は商品の価格に反映しない市場の限界を環境税でカバーすることも、野党共通の政策になっており、温暖化の進展から早い実現が待たれている。

技術の内容に関して、E・F・シューマッハー『スモールイズビューティフル～人間中心の経済学』や代 替 技 術 オールタナティブ・テクノロジーの運動では、地域にはその地域の労働や風土、自然に適した技術があって、巨大で、力ずくの技術、大量生産の技術は真にはその地域の人間のためにはならないと指摘している。また、身の丈で、身近に完結する、わかりやすい分散型技術であ

れば、分権と参加という自治によってコントロールされる。でも、巨大技術は、全体を掌握してコントロールすることが困難で、暴走しやすい。

さて本稿で問題としたい筆者の関わる地域の公共事業、道路や河川、上下水道などの技術についても、分散型の代替が考えられる。巨大、広域になるほど、個々の市民の関心にならず、コントロールされにくい、代替となるもう一つの優れた技術が存在しても議論されずに、実現しないことになりやすい。その原因は、巨大で広域ということ自体の問題と合わせて、市場の限界や逆に、公共事業から市場の原理が排除されていること、更に、公的な国の補助金制度、政治と利権などである。

公共事業で進められている技術システムでは、地域や状況にあった代替のあることを担当職員が知らなかったり、理解されることが少なくない。それは地域特性や現場条件の考慮の困難な国の技術基準や補助の一律な基準に惑わされたり、国などを上位機関だとして逆らうことへの戸惑いによる。強制されてではないから、代替案が本当に優れていれば、職員、首長、議会、市民にも理解されて代替案が実現する。実際に、説得性のある提案が上司や仲間に、あるいは市職員に、受け入れられて？実現したことを筆者は経験している。そのような経験から、利権政治が変わらなければ、末端の担当職員が言っても、事業が止められたり、代替技術に置き換えられることはないとの「左翼的な」意見は間違っ

ていると思っている。受け入れなかったこともタイミングを逃していたり、理論不足や説得性、納得性の不足であることが少なくない。

本稿では、筆者が関わってきた幾つかの公共事業の技術システムを事例に、このような問題を考える場を提供できればと思う。

2 福井臨海工業地帯の特定公共下水道事業で

1973年筆者の最初の職場は県庁の計画課下水道係であった。福井臨海工業地帯の工場排水を処理する下水道などを担当した。将来、工場は計画（期待）通りに来て、使用する工業用水は工業用水道計画の一日14万トンとなるのか。さらに、計画（期待）業種の産業中分類から工場からの廃水の水質を予想することになると小分類で全く異なり、お手上げであった。

更に、下水道では他の工場廃水と一緒に重金属などが希釈されると処理が難しいので、これは処理の対象外で、事前に工場側での処理を要する。希釈して排出基準をクリアすれば良いとするなら本末転倒である。県が公共下水道として工場処理を行えば国からの2/9の補助が受けられるが、水質水量を予想しての廃水処理より工場が実際の廃水に応じた処理を行った方が安価になり、工場内であれば処理水の再利用もできる。また、工場廃水を下水道に流すより、各工場が直接公共用水域に排水する方が違法な排水への責任は明確で、汚染の抑制になる。下水道で処理できない工場の廃水の水質については、下水道に流す前に処理することが工場に求められるが、人目から消える下水道管に流れるようになれば、下水道の担当者などが工場が水質を遵守しなかった際に適切な対応を行うかどうか懸念される。本質的に、工場廃水は各会社で

行う方が公共下水道で処理するより優れていて、公共下水道は行わない方がコストからも環境からも、事業のリスクからも望ましいと考えるに至った。

筆者は、国に認可をお願いに行きながら、事業をそのまま進めたら、事業費百億円は無駄になりかねないと思い悩んだ。そこで上記の理由を述べて、この下水道事業は中止し工場に任せるべきだとの意見書を課長に提出した。課長は、これを出先を含めた会議で説明議論する機会を与えてくれた。議論の末、課長は「宮本君の意見は正しい。でも、設計は終わり、土地は造成中で、今年は20億円の予算である。もはや止められない。」とした。筆者は職場ではこれまでだと断念した。県の技術職員で作る会報誌に、一般論として、工場廃水は下水道に入れて処理すべきではないということを投稿した。そして異動となった。

その後、計画課長と出先課長、担当者らは、県単独の再調査費を得て、その京都大学教授からの調査結果を得るまでは工事は進められないとして休止に持ち込んだ。会計検査もあったが、休止なので国への補助金返還にならずに、その後は年を経た。止まらないとされる公共事業を止めたのである。この当時筆者の上司で係長だったお二人は、退職時に、この仕事を止めたことを県庁生活での大きな仕事として誇らしく振り返られた。

十余年後、進出工場がはっきりした段階でも、下水道課長らは、やらない方がよいとしたが、仕事がなかったせいだろうか企業庁水道課は当初の約10分の1、現実となった実際の水量水質に合わせた事業で実施した。

下水道は中止されたが、工業用水道は日14万トンの計画に基づき、1段階として4系列内の1系列を実施したが、1系列ですらフル稼働することなく今日に至っている。工場か

ら下水道に流れる廃水が基準に違反する水質であっても問題にしにくいことを筆者は仲間内の話で聞いた。筆者が当時予想した懸念は払拭されていない。

そもそも、この特定公共下水道事業は、どのような経緯で最初に計画されたかのだろうか。それは筆者が県庁に入る前でのことで、議会での工場廃水による海の汚染を防げとの質問などもあって、国の補助事業に、このメニューがあったので、国の補助で県の負担は少なくなると計画したようである。

2002年、福井市の郊外でも、管路を繋いでの公共下水道という計画がなされ、これが学識者による審議会に付されようとしていた。偶然、このことを知り、このような集落や家屋が分散した郊外では管路が長くなり建設費は高くなるはずだと、その計画を調べると1世帯当たりで530万円になる。その維持管理費は浄化槽とそれほど変わらず、筆者の自宅の合併浄化槽の10倍以上の建設費となる計画は非常識だと福井市にメールした。市の担当の方には直接議論する場を頂いた。その折りは筆者の資料での納得されず計画の妥当性を譲らなかったが、最近この計画は撤退され合併浄化槽で助成するようになると審議された委員から聞かされた。

2008年1月のNHKクローズアップ現代は、管路の敷設費が高いことや下水道が整備されても合併浄化槽から下水道への切り替え費用が高くて利用されずに、下水道使用料が入らずに自治体財政の圧迫となっている全国の事例を報じていた。

3 広域上水道で

坂井郡や丹南の地域では、地下水を水源とする上水道であったが、ダム建設の際に広域水道という国や県の補助事業でダム水源へ

と転換された。地下水の水は、ダム水源水に比べて渇水にも強く、冬は温かくて夏冷たくておいしい。処理にもエネルギーも薬品も少なく済む。地下水からダムへの水源の転換は、数倍のコストとなり、料金負担が大きな問題となった。地下水は過剰揚水で将来性がないとダム水源に転換した訳だが、本当に、地下水利用のシステムを維持できなかったのだろうか。工場での地下水使用が減り、全体としては年間の地下水利用が減ってきている。消雪用水の一時的な過剰揚水だけが問題となっている。消雪については、地下水節水には降っているかどうかのセンサでの制御でなく、路面上の雪が溶けたかどうかを感知するセンサにするだけで、地下水使用量は半減化できる。そのような方法や必要なら地下水涵養を含めた代替案は検討されなかった。

筆者は、1992年5月坂井郡の広域水道で水道料金がなくて水は不味くなった問題を福井の科学者63号「次世紀にもおいしく安価な水道を!!いま福井の水、まずくて高くなろうとしている?!!」にまとめて、それを丹南では止めることを願って県の水道課長あてに送付した。課内では回覧して頂けたが、事業の中止には至らなかった。しかし、丹南の工業用水道はダムのかさ上げはされたが、通産省も事業に消極的で、県の担当者がその料金見通しを算出し市に示すなどで、管工事は停止された。また足羽川ダムでの福井市の取水も撤退となった。

広域上水道となった後に、丸岡町役場をヒヤリング調査で尋ねた。担当者は、広域水道事業に疑問を投げかけた筆者に、県や国が薦めたのに妙なことを言うと言ってきた。筆者は、料金を高くせざるをえなくなって夏には水が不味くなったと苦情が寄せられて、それでも県や国が薦めたからと疑問を全く持た

ない職員に疑問を抱いた。

このように、県や国のすることに疑問を抱かないのは、この職員だけではない。筆者も、実は前述の臨海工業地帯での下水道事業の問題を理解するには、当時東大助手であった中西準子らの論文などを読んでも、なお2年を要している。次のダム問題でも、新潟大学の熊孝教授の論文や国土交通省問題研究会の難破堤の費用見積もりなどを見るまでは、あまりに今回の新ダムは費用対効果が悪いが他に方法がないと思いこんでいたのだから、多くの職員が国や県がやってきた方法に疑問を持たないことは不思議なことではない。疑問を抱いても、そのようなことを職場で発言するには勇気もいることで、疑問が職員個人の小さな段階に止まってしまう。

4 難破堤堤防はダム等より優先して整備を

地球温暖化によるのか、異常豪雨が増えていく。しかし、県の財政が厳しくなる中で、治水安全度が5年未満の河川すらも多く残る。従来のような治水事業では、安全はいつまでも確保できない。

国土交通省も平成16年12月社会資本整備審議会河川分科会の審議を得て豪雨災害緊急アクションプランを掲げた。このプランでハード面での対応として唯一挙げられているのが、「計画高水位に達するような高い水位が長時間続いても容易に壊れないよう堤防の質的強化を市街地を流下する区間について優先実施する」である。この緊急アクションプランでは、コストと時間を要するダム建設には触れずに、堤防の質的強化を挙げている。越流しても容易に破堤しない堤防、そのことが大きな被害を減じる、避難する時間ができて人命には至らない。ここでの堤防の強化は、従来の大都市での長時での越流に耐えられるスーパー堤

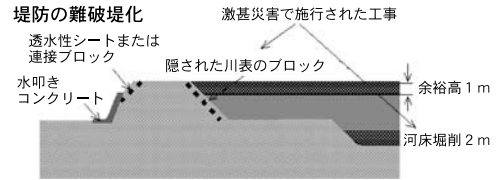


図-1 堤防断面と難破堤の堤防

防でなくて、川裏のり面表面から30cmほど下面に吸い出し防止シートを張るような簡易な工法を指していると解される。コストは計画を進めているダムに比べて桁違いに安価になる。

河川の整備計画では、計画水位に、流量に応じて決める余裕高をプラスして堤防の高さとしている（図-1）。この堤防の余裕高は、堤防が土なので越流すると直ぐに堤防が壊れて一気に大量の洪水が流れ込むから、その安全のために設けると国の構造令にある。風浪や跳水、水防活動での安全確保も余裕を見込む理由だとの付け足しもある。しかし、平野部では跳水というのはありえず、豪雨出水と風の向きと風速が一致して風浪が同時に生じるということも極めて希である。必要ならば、確率計算して、その高さを計画水位に加算すればよい。また、水防作業の危険をいうのであれば、堤防を道路としている箇所で見られるような柵で対処できる。いずれにせよ、土堤で越流で、壊れやすいことが余裕高さの根幹の根拠である。

堤防の裏側（民地側）ののり面の30cmほど下面に吸い出し防止用のシートを張るという簡単な方法での堤防の難破堤化は、独立行政法人土木研究所で研究され効果が検証され、すでに東海豪雨の新川、豊岡豪雨の円山川では施工されている。堤防からの越流は、日本の急峻な河川では3～4時間程度で、その数時間だけ破堤せずに持ちこたえれば、災害を大幅に減じることができる。新川や円山川で

は、余裕高まで水が流れるように計画には見込んでいないようだが、現実には水は流れる。

この方法であれば、財政負担は数十分の1に、工事期間も環境負荷も大幅に小さくできる。難破堤化を行い、余裕高にも水を流す計画にするべきだと新潟大学大熊孝教授などは主張している^{1) 2)}。土の堤防で壊れやすいから余裕高を設けたのだから、難破堤化で壊れなくなれば、余裕高にも水を流す計画にすればよいというのである。難破堤化で、例えば足羽川の余裕高1mに流量を流すことができれば、天神橋下流では今回のダムに相当する流量に近い約750m³/sの流量が計画に取り込める³⁾。そのコストは今回のダム建設費の1/50以下であろう。国土問題研究会でも、連鎖ブロックでの難破堤化をダムの代替の一つとして挙げている⁴⁾。ただし、ダムは、ダム地点から下流の全てに役立つが、貯留が流量のピークと一致するある時間帯だけの効果で、ダム地点より下流での降雨には役立たない。それに対して、堤防の難破堤化は、その区間だけの越流してからの効果である。このように、その費用対効果の評価は単純ではない。しかし、費用が桁違いに極めて安価で、短期間に効果を上げれる点では、財政難で対処しないといけないう河川が多い現実には、非常に有効だと思われる。国の審議会も、そのように考えての難破堤化の提案であろう。

このように難破堤化は、治水安全上大きな効果をもたらすことから緊急アクションプランで提起されたにも拘わらず、国土交通省はその難破堤化を河川整備計画でどのように扱うかについては現在まで明らかにしていない。余裕高は、川幅が最も広い部分で、その見直しは全国のダムや河川整備を一変させる。

筆者の職場が被災したこともあって、福井の繊維を用いて堤防を難破堤化する研究を所

内で提案した。これを担当の研究者が河川課に伝えたところ県の担当者は難破堤化を激甚災害対策事業でできないかと国にお願いしてくれた。発生した豪雨水量までを目標とする対策激甚災害対策事業では、川床掘削や橋桁を上げるなどで目標は実現されるので、越流による裏のり面の補強は対象とはならなかった。県の単独事業での対応のみが残された。その1ヶ月後に、前述の堤防の越流時等のソフト対応と難破堤化等を内容とする緊急アクションプランを国の審議会が出した。

洪水を堤防の高さまで満水にして流すようなことを河川整備計画とする考えはおかしいという技術者は少なくない。筆者は、そのような方には、複合構造物の設計のあり方を例に上げて再考を求めている。中空鋼管の内部にコンクリートを充填し、横方向から徐々に大きな力を加えていくと、変形が元に戻る弾性変形の範囲では、コンクリート充填の効果はそれほど大きくみられない。更に加重を増やすと中空のままでは潰れて破壊するが、コンクリート充填されたものは、かなりの加重増加にも潰れない。このような構造は、頻度の少ない大規模地震などでは、安価に人命を守れるので費用対効果に優れている。しかし、弾性範囲での現在の設計では、その良さが反映しないので、コンクリート充填の複合構造は普及されないと昨年の土木学会で議論されている。こうした議論を得て限界状態での設計法の導入にと進んでいる。これと難破堤堤防の評価とは非常に類似している。どうだろうもう一度考えませんか。本当は、被害の確率と投資の比という費用対効果を求めて議論すべきだと思うが。

これまで行政は、計画高水位までは責任を持つが、それ以上は一切タッチしないという考え方であったが、それでは駄目だとして国

は緊急アクションプランや減災という考えを提起しているのであれば、なおさらである。

財政の逼迫と地球温暖化で異常豪雨頻発を考えると、国の補助事業の有無に拘わらず、このような対応を門算払いとすることには無理がある。ダムサイト住民の犠牲や膨大な費用や工期を要するダムでの対応と慎重な比較を要する。その際には、大きなダムとは異なり、地元の中小業者でも施工可能であり、地域の経済循環の視点から検討すべきだろう。またダムに比べて難破堤化は二酸化炭素排出量が極めて少ないことも比較も評価されるべきである。ダムを最初から否定するのではないが、個別に検討すると代替案に比べて費用対効果が悪すぎるというのが筆者の意見で、国の関係者の中にも、そのような考えがあった⁵⁾。

またダムとの費用比較とは別に、国の緊急アクションプランの指摘のように、県内の多くの河川で、河川工事に合わせたりあるいは単独で堤防の難破堤化は検討されるべきではないだろうか。とりわけ、足羽川ダムの着工による裏負担で県の河川の予算は当面は厳しくなる中で、異常豪雨対策を真剣に考えるなら、それが最適となる河川が少なくないと思われる。

5 幸橋、夏の熱を冬まで保存しての融雪

福井市の中心部に位置する幸橋は足羽川が洪水になった際に、橋桁が流れを阻害することなどから、橋の架け替えとなった。橋桁を上げても急な坂道にならないように橋面は高くできないので、この橋は厚さが約20cmの鉄筋コンクリートの床版でなくて厚さ1cmの鋼床版で設計された。鋼床版の上には厚さ8cmのアスファルト舗装を行うにしても、あまりに薄いことから熱の容量が小さくて、この橋面は冬の晴天の早朝自動車のフロントガラ

スと同じように結露凍結する。この橋面だけが凍結しての事故が予想され、また、新たな井戸掘削は困難であったし、地下水の利用は、福井の中心部での大量の消雪用水の利用などから地中熱利用での融雪を検討した。

まず、筆者らが県立音楽堂や県立図書館での発展として、これも世界で最初に坂井市新清永橋で施工していた橋台の中空の鋼管基礎杭を熱交換杭に兼用することを検討した。しかし、幸橋の橋台基礎は、既存の鉄筋コンクリート基礎を壊して設置しなければならなくて、中空の基礎杭での施工ができず、熱交換杭との兼用はできなかった。そこで、専用の熱交換杭を検討した。

欧米では専用の熱交換杭で地中熱を得た冷暖房が日本の3桁ほど多く普及している。それは欧米の地盤がボーリングで崩れずに軟らかい岩で100mほどの深さまで深さあたり3000円/mという日本の1/6ほどの掘削費で施工できることによる。欧米由来のボーリングしての熱交換杭の設置ではなくて、日本の沖積平野で発展した基礎杭の施工法を用いることを検討した。その結果ボーリングによる方法に比べ3倍以上の費用対効果が得られた。ただし、杭の長さは福井の平野では20～30mの砂礫層の上面までしか実用的には施工できない。杭が従来に比べて数分の一と短くなることから、杭の本数が増える。そこで、杭が多数となったことを生かして、杭を行列に密に相互干渉するように設置して一つの巨大な熱塊を作ること考えた。そのことで、熱塊中心部では杭の熱的な相互干渉で熱の拡散はなくなり、熱の長期保存が実現する。雪だるまも分散すると直ぐに溶けるが、巨大な一つの塊にすると夏までも保存できる。それと同じである。実は、筆者らは基礎杭利用の融雪実験を開始した1994年夏に日射熱で熱くなっ

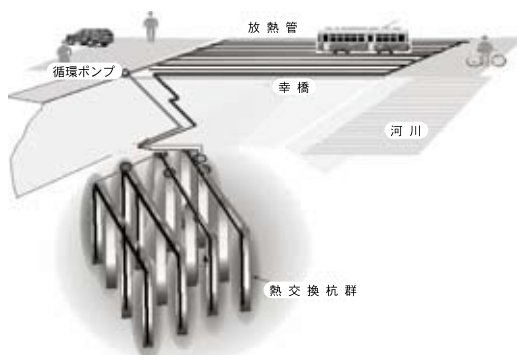


図 - 2 幸橋のシステム概念図

た路面の熱を循環ポンプを運転して地中に蓄える実験を行ったが、冬までには拡散し、季節間蓄熱は不可能と考えてしまった。そのドグマから長年解放されなかった。冬までに拡散したのは地中熱を他の杭と干渉することなく得ようと離れた基礎杭を用いたことによる。

幸橋のシステムを図-2で説明すると、橋面の舗装内に12.5cm間隔で埋設された直径約2cmの放熱管(写真-1)と基礎杭とを閉じた管路で繋いで不凍液(プロピレングリコール水溶液)を注入する。路面が太陽熱で杭内より9℃高くなるとポンプで、管路内の不凍液を循環させて、路面の熱い熱を杭とその周囲に移動させる。高温となった中心部の熱は、杭同士の熱の相互干渉で初冬まで保存されて融雪や凍結抑制に利用される。この方法で、従来に比べて杭本数を半減しても融雪能力は同じとなった。夏の熱を地中に保存するというアイデアは周知であるが、熱交換杭の間隔を1mから4mに杭を4行4列以上に設置すると季節間の蓄熱が実用化するという数値限定特許の出願は、特許庁から拒絶理由が見つからないとして登録された。

また、橋面の舗装内部には放熱管を設置し、その周囲を鋼繊維で補強したコンクリート厚さ10cmで覆うこととした。鋼繊維で補強したコンクリートは、アスファルトと異なり十



写真 - 1 幸橋での融雪用放熱管の設置

分な強度と剛性を有するので舗装とするだけでなく床版構造として設計できるはずで、そのような設計を行えば大幅な建設費の削減ができる。

以上の方法で、大幅に建設費が縮減され電熱融雪なみにできそうだと見積もれたので、幸橋にこのシステムを導入する提案をし、福井土木事務所、都市整備課、河川課、道路保全課の協議で決めて頂いた。

筆者は、県の仲間のこの決断に応じて、事前に、前例のない床版の耐久性を輪荷重走行試験で検証しておくことや夏の熱の冬までの保存を実験的に検証することを模索した。県の予算では職員の若い人の研究費がなくなるし、とても足りない。NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)本部への電話をしたが、たらい回しで駄目だった。ちょうど名古屋工業大学の客員教授としての出張旅費があったので、NEDO関西支社に伺い、この研究に全額補助で研究できるスキームがないかと尋ねた。省エネ基盤先導研究事業が適する、採択倍率は約7倍だが、浮気をせずに提案するようにと助言された。

夏の熱を冬まで群杭効果で保存するというアイデアを基本にして、「技術融合による地中熱融雪システムのコスト縮減と省エネ化の研究開発」というタイトルで、福井大学の竹内



写真 - 2
熱交換杭直径14cm 長さ23m 378本の施工

正紀教授、永井二郎助教授、荒井克彦教授など6大学1高専の11人の先生らにお願いしての共同研究として平成14年度に応募した。公募では、この技術開発で、建設費を従来の地中熱融雪の1/3に、電熱融雪と同じまでに下げ、電気使用量は電熱融雪の1/20に削減できると見通しを記載した。採択の審査では、この提案の記述から目標が達成される可能性が非常に高い、だから全額NEDOが負担する基盤先導でなくて、1/3は提案者負担の実用研究にすべきだとの意見が出された。小峰裕己審査委員長（元東京大学生産技術研究所）は実現可能性が高く、しかも1/20という驚異的な省エネ性があるものだから、基盤先導研究でよいと発言され採択となった。その後もNEDOには国の担当からブランドでない福井県の研究者が代表の研究を採択したことに疑問が寄せられたという。しかし、他の研究が限度の3億円に近い提案であったが、筆者は必要最小の9千万円であったこともあって了解となったという。

採択されて、大阪工大、大阪大学の輪荷重走行試験機で床版としての十分な強度耐久性が検証され、橋桁と鋼床版の厚さを薄くすることができた。そのことなどで約12,200万円のコストが縮減され、アスファルト舗装

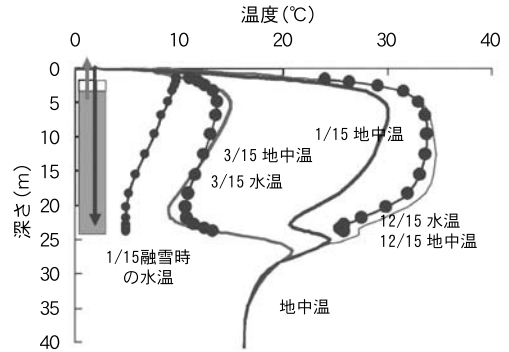


図 - 3 熱源中心部での温度変化

を鋼繊維補強コンクリートにすることでの5,400万円の増を差し引いても6,900万円が縮減された。

季節間蓄熱についても、筆者の雪対策・建設技術研究所内と札幌市内で、実証実験がされた。

研究成果の審査では、掲げた目標の成果となったことや竹内正紀先生の数値シミュレーションの高い精度などに、採択を推薦した小峰委員長やNEDO担当者は採択の経緯にも触れて大変喜んでくださった。そして、研究費の500万円の増と翌年は普及促進費800万円、地球温暖化防止モデル評価事業3千万円と応援して頂いた。

このような研究を経て、幸橋では9行42列の378本専用の熱交換の鋼管杭（直径14cm 長さ23m）が回転貫入工法で設置された（写真-2）。数値シミュレーションでは、初冬に杭群の中心部では約35℃の高温となる（図-3）。連続した大雪時には路面で5℃に冷えた不凍液が10℃に回復して融雪を実現している。その時にも杭と杭の中間の地温は25℃で、杭へ熱を供給している。

この深さ23m、幅13m、長さ60mという巨大な地盤蓄熱を対象に、福井平野の地下水流動を調査している九州大学藤井光准教授と

地質調査総合センター内田洋平氏と福井大学永井二郎先生らと科学研究費基盤Bでの調査がなされる。

6 浅い帯水層を治水, 利水, 熱源に利用する分散型循環システムの提案

1986年筆者らは地下水を歩道では埋設の放熱管に流し、冷たくなった水を車道に散水して歩道も車道も融雪するシステムを開発した。これは、今では、福井駅西の通りや裁判所前通りから、金沢市、小松市、新庄市、会津若松市などの都市部で最も代表的融雪となったが、当時県環境保全課幹部3人から、地盤沈下になる地下水利用の融雪の開発を厳しく批判された。それを励ましとして、地下水を使わずに、地中熱だけを実用的に使う方法として構造物の基礎杭を熱交換に兼用する方法を当時の竹内正紀教授と三谷セキサン(株)と(株)ホクコンらと実用化した。それを冷暖房にも国内で最初に適用した。その基礎杭を兼用する地中熱利用は空気の利用よりその温度が夏は冷たく冬温かいので省エネ性が高く温暖化対策として、現在鉄鋼の大企業2社、国内最大手ゼネコン、大手住宅メーカーが開発に参入し、徐々に実績事例を挙げつつある。

この分野で先駆的な役割を担えたことを喜びながら、地下水利用を止めたことに、この数年は疑念を抱いている。熱交換杭では運転の経過に伴い、集熱温度は次第に低下してしまう。しかし、地下水を揚水すれば運転を継続しても15℃の温度は下がらず利用できる。従って、この地中の熱交換杭方式に比べて、地下水の直接利用は省エネとなる。熱を利用した後の地下水は、地中に戻せばよい。地下水の還元は、揚水に比べて永続しないことや汚染になるとか言われているが、どうだろうか。

福井平野では、筆者が子供の時には手押し

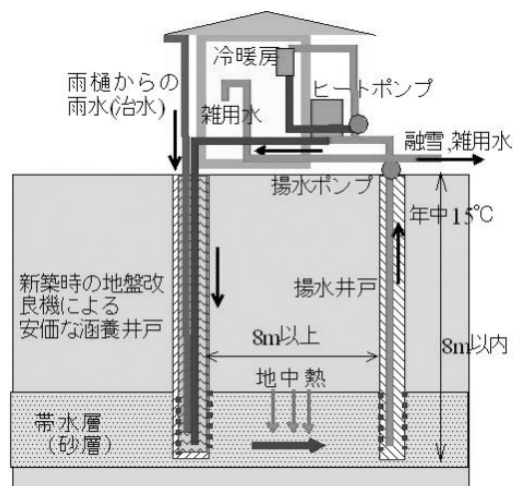


図-4 浅い帯水層を治水, 利水, 熱源に利用する身近な循環システム

ポンプで深さ10m以内の帯水層(砂層)から井戸水を得ていた。現在では、この帯水層は利用されていない。この地下水を揚水しヒートポンプで冷暖房に利用し、利用後には還元する。この分野は、筆者の公共事業分野ではないため躊躇もあるが、空気熱源のエアコン暖房は、空気が低温であるだけでなく、冬季に湿度の高い福井では、除霜運転が多くて非効率であり、福井での地球温暖化防止として可能性がある。

調べると、この分野での研究は、国の委託で積水ハウスとダイキン工業が数年前に研究を終えていた。その結果は、省エネにはなるが建設費が1戸当たり150万円?となり、実用化に踏み出せないとのことである。

筆者は、その提案に、戸建て住宅建設時の杭回転貫入機などを用いて安価に涵養と揚水の井戸を作ること、屋根からの雨樋を利用して異常豪雨対応の治水と地下水の涵養を併せて行うこと、そのことで浅い帯水層は巨大な貯留タンクとなりマイレージの短い雑用水としての利用も可能となることを加えた。「浅い帯水層を治水, 利水, 熱源に利用する身近な

循環システムの開発」というタイトルで、研究の分担を各専門の先生にお願いして、県の環境政策課や河川課、建築住宅課の方の賛同も得られたので、所属職場を福井県の研究機関では初めて文部科学省科学研究費指定として、平成20年度の申請を行った。

このような構想は、子供の頃の手押し井戸ポンプの体験、福井豪雨で職場が被災したこと、家庭での降雪時のエアコン暖房が効かないという地域の生活が筆者をしてつくらせたものである。

7 橋の消雪用水での洗浄など^{みちもり}道守による延命

福井では冬期に強い北西の風が風抵抗の少ない九頭竜川、日野川などの河川敷に沿って入ってくる。その風で飛来塩分が橋桁に付着し腐食を著しく促進する。名古屋工大の後藤芳顕教授らの日野川に架かる明治橋での付着塩分量の観測と数値シミュレーション予測に関わって、竹田川下流の新保橋を案内した。その桁が層状剥離の錆にまで至っていることを発見した。その橋桁の状態が伝えられた三国土木事務所では大規模な補修を余儀なくされた。災害などで手一杯で、また要望しても予算が付かないために、約10年放置されたことによる、高齢化道路の到来が迫っていることから、橋梁の最小費用での橋の長寿命化を目指して、国土交通省は定期点検しない県の橋に対しては平成19年度からこれまでの大規模な修繕費の補助も行わないとした。

この新保橋の腐食は、冬の季節風がもたらす飛来塩分が多い九頭竜川に大橋梁の多い福井県での腐食抑制技術の必要性を筆者に痛感させた。橋桁に付着した塩分を冬の終わりに洗浄すれば、初冬まで塩分量を削減でき、腐食反応の高い夏は塩分付着が少なくなる。福

井の橋梁には、消雪用の井戸水があり、これをホースや散水車等で、橋桁の洗浄に使用するなら比較的安価に橋の洗浄が可能となり、塗装塗替費の縮減となる可能性が高い。ニューヨーク州などでは、河川水や水道水で洗浄を行い、効果を挙げている⁷⁾。

この研究での問題は、これが従来の方法とどちらが優れたものとなるかの評価を数年で得られるかどうかである。アメリカでの事例を紹介し先駆的に導入研究してきた(株)橋梁メンテナンスの社長や国土交通省交通省の研究者からは、福井での条件ならば明らかに洗浄の方が費用対効果で優れるだろうと言われている。が、それが実証できないと普及されない。飛来塩分などの条件にもその効果は依存する。その効果を概算しようと物質・材料研究機構の篠原正腐食グループ室長にも助言を頂き検討している。

数年前NHKの21世紀ビジネス塾で報じられたことだが、北海道のローカル線が橋梁の維持管理が高くて廃止になりかけた。その際に、現場の労働者がその鉄道橋で痛む部分は特定されている、その部分だけを頻繁にメンテナンスすることを提案実践したところ、驚くほどのコスト縮減となり、ローカル線は維持され、彼らは橋守^{はしもり}となり雇用を守ることができた。

橋の腐食を調べると塗装の施工しにくいボルトや鉄板のエッジでの錆が顕著であった。この部分だけを対処できれば塗装の塗り替え期間は長くできる。その部分の錆をブラシで取り除いて、粘着テープ付きの亜鉛シートを貼りつける、あるいはローバルという常温メッキの塗装法もある。これは亜鉛メッキと同じ効果で、塗装を遙かに凌ぐ延命が図れる。ガードレールや公園の鉄棒など鋼管支柱の地表面部分の腐食が著しい部分でも有用である。



写真 - 3 地震時に給水できる
蛇口付きの消雪井戸

福井県新元気宣言でも道守^{みちもり}が提起されており、これに、このようなメンテナンスはびったりで、普及したいものである。

8 消雪用井戸を防災時給水に

阪神地震 1 ヶ月後、筆者は午後の大阪での会議を利用して、朝から神戸の井戸を調査して歩いた。井戸はほとんど破損せずに、電気の復旧された 3 日後から稼働し、地震後 1 ヶ月後まで復旧されなかった水道の代替として周辺住民の生活用水として機能していた。

筆者らの働きかけで、福井市の消防と一緒に、試験とデモンストレーションを行った。その結果、県の地域防災計画に、消雪用井戸を非常用に取水出来るようにとの記載された。NHK 福井は、神戸震災 1 年後に、福井ならではの地震防災として取り上げてくれた。しかし、国の補助事業による大規模な足羽川での取水口の設置や学校への高額な貯水槽の設置は実現されたが、消雪用井戸の非常時の防災への転用は、極一部（写真 - 3）を除いて実現しなかった。富山市や金沢市では、消雪井戸の防災時の利用を考慮した対応が進んでいるようである。

国庫補助事業で設置されたものを目的以外に使用することは補助金適用の違反だという

意見も当時の担当者から出された。筆者は、このような国の縦割りこそが税金の無駄遣いで、国民や県民から批判されるものと思う。そのような既存施設を兼用利用して生かすことは、現場に近い自治体の手腕が発揮される分野である。筆者らが開発してきた基礎杭兼用した地中熱の融雪や空調、幸橋での鋼繊維補強コンクリート舗装の床版兼用、消雪井戸水の橋桁洗浄なども、これである。

9 地方分権化が進まないことからの問題

国の直轄、あるいは補助事業でなされると自治体や地元の負担が少なくなることで、兼用利用や他の方法が検討されずに、安易に、大規模な公共事業となっていることがないだろうか。

国が直接事業を行っている坂井平野でのパイプラインでは事業費が当初の 2.3 倍になって、その負担を求められた県や市が当惑したが、このように数倍にも事業費が増えると費用対効果や代替となる方法が良かったということになりかねない。国の直轄では、大規模事業が前提になり、社会資本の整備が進展したことで、緊要となる事業が少なくなり、事業費と人員の相対的過剰を招く。そこで、無理に大規模な事業をつくる構造となっていないだろうか。そのことが県民や国民の負担となり、地域で優先性の高い他の行政が遅れることとなる。自治体には、優先性と代替案を含めた自主的な判断が求められている。また、大規模な工事は、概して二酸化炭素排出量が増えるので、その点でも問題である

10 長野県栄村でのローカルールの公共事業

長野県栄村の高橋彦芳村長は、以前から小さくても輝く自治体を掲げて身の丈の地域循環の公共事業を実施している。

最初、村は国の補助基準でなく村の実態に合わせた小さな田を拡大する事業を実施した。その実態に合わせた田直し事業は極めて安価だという。国の基準は田んぼ一枚の広さは30アールだったが、棚田でそれだけの規模にすると大事業だし、地崩れを起しかねず自然にも負荷がかかる。田直しは、村の自然環境にも合った公共事業であるという。

次に実施した村道を対象にした道直し事業。国庫補助の対象にするには2車線以上という条件があるが、集落内の生活道路は機械除雪が行える幅(3.5m)で除雪車を最大荷重とする道で良く、国庫補助の対象に合わせた規格にすると非常に高くつくため補助事業では行わないという。栄村の道直しは整備距離1m当り約2万円。それに対し国の道路構造令・補助基準では約11万円かかるという。簡易な道路整備であれば、栄村は通常のコストで行えることになる。補助事業で行うと50%の国庫補助がつくが、それでも栄村独自で道路整備を行う方が負担額は1/3で済む。官のつくる公共事業のモノサシは栄村のような山村には合わない。暮らしの知恵を活かしながら、栄村らしく生きていくことが必要だという。

栄村で行われている政策は、全国から視察が来て広がりかねないので農林省などがその施策をやめて欲しいと村長と交渉する場面などがNHKで報じられた。

その後、田中康夫長野県知事が塩川正十郎財務相と地方税財政の三位一体改革について意見交換したのが契機で、財務相の「予算編成前に現場の声を聞くよう」との指示で、公共事業担当の主計官が栄村を訪れ、村の現場に学んだという。

この栄村での事例や前述した事例を含めて、公共事業では地域に相応しい技術が、国の補

助事業や直轄事業の制度によって実現されないことが示されたかと思う。宮本憲一や神野直彦などの財政学者、地方六団体、福井県知事などが主張している地方への財源の委譲は、このように技術の中身からも大切で、そのことで無駄がなくなる可能性が広がる。ただし、それには地域でその条件を生かすための職員のレベルアップや建設関連の民間の技術を育てて生かす入札制度を含めた条件整備なども不可欠である。

11 設計コンサルタントへの発注システムが代替技術を阻む

筆者は学会発表のついでに、消雪用に地下水を汲み上げて60cmもの地盤沈下となった新潟県六日町役場を尋ねて、基礎杭兼用の地中熱融雪の営業を行った。すると役場の課長は、筆者らのシステムを知っていて、設計コンサルタントに、その方式での検討を指示したという。でもコンサルタントからは、あれは福井の地盤の温かい条件でしかできないとの回答され諦めたという。また、ある金沢での会議後の交流会で、能登地方で新設された鋼床版橋の凍結が問題になった際に、筆者の開発した潜熱蓄熱材封入の工法で対応できたはずだと営業をしたが、これもあれは福井の温かい地域でのみ可能な工法だとコンサルタントから聞いたという。いずれもその地方の気象データを入れての数値シミュレーションをコンサルタントから筆者らは依頼されたこともなく、いずれのケースでも可能であったと思われた。そもそも、設計コンサルタントにとっては、無償で設計協力してくれる、あるいは設計に記載すればバックマージンをくれたりもする専門業者やメーカーに比べて、筆者らのそれは儲からない。従って、良い技術であっても普及に至らない。

設計コンサルタントの技術者は、全て基準どおりにやらないと発注の役所担当者の了解を得ても後日の会計検査で絞られたり、異動で後任の担当者から責められたりするという。こうして、思考の停止を余儀なくされる。役所の担当の事情は、専門性を培う異動では無いこともあって、多忙の中で対処できないことにある。

こうして、建設関連では良いものを研究開発しても容易には使ってくれないため、その研究費の対売上比は全産業の2.85%に対し0.39%と全産業平均の14%にすぎない状況となる。ゼネコン企業が新技術を開発しても容易に採用しないのは、新技術の設計採用が特定企業への随意契約となり癒着とみられることや新技術へのリスクを恐れるからである。コンクリートブロック会社や土木用途の繊維のメーカーの前田工織(株)などは、直接工事を請け負うことがないので、その製品の採択によっても施工業者が特定会社になることにはならない。このようなケースでは、技術競争が働くこととなる。のり面工事の福井市内のハクマ工業(株)は、近年廃木材をチップ化し、これをのり面に吹き付ける新技術を開発している。他の業者からいろいろ言われても、国土交通省の担当は安価で環境にもやさしいとこの工法だけとなる仕様を崩していない。道路工事全体を大手が受注し、その下請けなので対処しやすく、直接の分離しての発注となると難しいことになるだろう。

このようなメーカーや下請けを除くと、公共事業では技術を評価しての競争がなされないことが技術の停滞を招き問題だということで、国は改革を進めている。談合が無くなり価格競争だけとなっているが、これでは本当に地域に優れた社会資本が整備されない。そこで、国では技術評価を入れた入札制度を行っ

てきた。福井県でも実施と報じられた。やがて、設計委託についても、国が実施しているプロポーザル方式なども導入されるだろう。設計と施工が一体となった発注、材料などは問わずに性能だけを規定するような設計、提案型の設計になれば、発注者の技術職員も受注側も大変な作業になるが、技術は進歩し、リスクはあるが、よいものが安価にできるようになるだろう。このような取り組みが徐々に広がることが期待される。

地中熱利用の冷暖房などでは、その環境にやさしいことを、提案設計で目玉として、設計本体を受注しようという事例が全国事例では見られる。筆者らも黒川紀章設計事務所から青森の融雪で依頼があって、その可能性と工事費を概算したことがある。

12 公的な研究機関の意義と可能性

このような発注に関する改革はおこなれているが、現状では、地域に相応しい適した技術への展開は、地方ではその中心になるべき建設業者や設計コンサルタントは技術開発しても利潤につながらず民間では行われぬ。地方の民間の建設産業が技術開発を行わないことから、彼らが公的研究所の設置を求めることはない。こうしたことで全国の都道府県に工業の研究機関はあるが、建設系の研究所は福井県だけとほぼ皆無である。都道府県ではその予算の約20%が公共事業でありながら、しかも民間では研究開発がなされない中で、福井県以外はどこの都道府県も研究所を持たないのである。

筆者は、1986年に人事異動で現在の建物に通勤して、新任だった栗田知事が雪への政策を掲げたことと県民が困っていたので職場はそれは本来のミッションではなかったが、融雪の技術開発を始め、それが今日に至った。

筆者らの研究所は全国でオンリーワンとなり、そのことが成果の上がる条件となった。建設分野を含めて研究所にすることにも、研究自体にも県庁内外の多くの方々から支援を頂いたことが成果となった。他府県との横並びが通例となりがちな行政の中で、知事や行政内の多くの支持があつてのことである。これらの支援に応じて、昨今の官から民への流れで12人の研究職員が7人に削減される中、効率的に行政課題とリンクしながら、代替となる技術の開発と普及に当たることが大切となっている。

なお、他県では全国で2社の融雪専門業者がコンサルタントの無散水融雪の設計を手伝い、自社の製品やシステムを反映させることで、受注や製品販売につなげている。しかし、彼らを上回るシステムを筆者らの研究所が福井大学や地域の企業と共同開発することで、この2社は福井に入れなかった。

雪対策では、福井では温暖化で雪が少なくなるという不都合な真実に直面している。しかし、温暖化は、開発してきた環境にやさしい技術の出番でもある。ピンチは新たな発展のチャンスにもなる。

13 おわりに

2006年2月に埼玉県浦和での自治体問題研究所主催の自治体政策セミナーで、政府税調委員、地方六団体設置の新地方分権構想検討委員会の委員長でもある神野直彦東京大学教授の3時間半の基調講演を聴く機会を得た。

神野直彦教授は、地域住民のニーズに合わない大規模なハード事業が地方政府の意思をこえて実施され、コンクリートで覆い尽くされた山河と、地域住民の公共空間に対する疎外感のみが残されてしまった。事務配分・費用配分に見合った税源配分を行いつつ、対応

する国庫補助負担金を廃止削減し、地方政府・地方住民の自己決定権を中央政府から取り戻す。国民がゆとりと豊かさを実感できる社会を実現するためには、人と人が愛と絆で結ばれ、助け合い、いたわりあう「協力社会」へ進路変更するとともに、地方へ権限と税源を移譲し、地域住民の一人ひとりが分権型社会の中でかけがえのない能力を充分に発揮できるように行政がセーフティーネットを張ることが必須であるという。

その地方分権政策により、スウェーデンが構造改革と景気回復を同時に成功させたように、我が国も二兎をとらえることができると説いていた。この十年の改革、新自由主義改革は間違いで、事態を悪化させたことを憂えた。

よく利権がらみの政治と財界と官僚の癒着などが変わらなければ、大規模な無駄な公共事業はなくならないという方がいる。確かにそういう点もあるが、一方で、職員が具体的に、地域に相応しくて、環境的にも財政的にも負担の少ない代替案を提案していくなら、それが実現する。そのことを本稿で具体的に例示し、若い職員を元気づけたかった。逆に、地方分権で権限と自由に使える予算が増えても、必ずしも無駄が省かれて適正な事業がなされるとは限らないことも現実である。地域に生活しているから、地域の様々な条件を生かすように、違った分野との様々なつながを試みられるかという、その可能性があるだけである。逆に身近すぎて、地域の強みが分からず、それを生かせないこともある。筆者も、そのような経験をしてきている。

問われているのは、自治体職員の専門性、総合性で、従来の技術に捕らわれることなく、必要な人を繋いで問題に対処することだと思う。金子みすずの詩につなぐを入れて「みんな違って、みんなつないで、みんないい」で

ある。決められた国の基準や方法を機械的に適用するのではなくて、ニーズにあった本当の技術が問われる。住民、上司や首長を説得していく能力かと思う。

片山善博前鳥取県知事は土木学会での全体討論で、金をかけた割にうまくいっていない地域が多いが、それは考える力、現場主義の欠如、それに事業が真のミッションにあっていないことにあると発言している⁶⁾。この叱責と激励は、行政の土木技術者には、これまで述べた事例のように、実態として大きな権限があることを前提にしてのことである。

生産拠点が途上国に移転したが、インターネットの普及はコールセンターや管理業務などの労働の移転を容易にし、インド、中国などの低賃金労働に私たちは晒された。大企業と米国による収奪強化の上にある。この状況で、福祉や医療を守ると同時に、質の高い労働、文化を生み出さないと地域社会の産業が崩壊していくように思われる。その点で、環境政策、教育医療福祉、そして経済成長でも世界から高い評価を得ている北欧から学ぶことが多いと思う。

とりわけ、フィンランドは、知識の量でなくて考える力を問うPISAの学力試験で、連続世界一、同時にできない子供層が日本の1/6、そこには他人との競争を教育の動機付けから外すこと、他人との違いを認め、そこから協同共同が育まれる教育があり、このような教育がこれからの社会を支えると思う。

建設産業は事業費の減で、倒産などの厳しい環境にある。地域での雇用が守れない。県の新元気宣言でも土木建設業等の他業種・異分野進出を支援とある。ここでも、ベースとなるのは、自主的に情報を集めて自分たちの利点を生かして再生を図る個々のあるいは集団としての力で、それを可能とする生涯教育

を含めた教育の力であろう。

最後に、堤防の難破堤化の問題では、同じ屋根の下に働く激甚災害対策事務所の職員の方々などに昼休みに何度も議論の相手になって頂き、知見をくださったことに深く感謝する。福井臨海工業公共下水事業の中止でも力を発揮したのは、県民の利益や環境への負荷低減を求めての、職場での事業への本質的で自由な議論であった。

1) 大熊孝; 脱ダムを阻む「基本高水」さまよい続ける日本の治水計画, 世界, 2004.10.pp.122-131
福岡捷二; 大熊孝氏の「脱ダム」治水論を批判する, 世界, 2005.4.pp.285-290 大熊孝; 川とは何か、洪水とは何か 福岡捷二氏の二分的治水論に反論する, 世界, 2005.6 .pp.259-264

2) 元地盤工学会会長福岡正巳氏は、堤防の難破堤化が河川には緊要で専属の研究室をつくることを昭和40年代に建設省土木研究所所長として試みたが実現できず残念だったと回想している

3) 2004年北陸豪雨災害について 土木学会報告書 足羽川における洪水流の再現で 洪水時の40cmほどの水位上昇を $300\text{m}^3/\text{s}$ としていることからの推定

4) 国土問題研究会足羽川ダム問題調査団; 2004年7月福井水害と足羽川ダム計画の問題, 中間報告書

5) インタビュー宮本博司氏に聞く 淀川流域委員会とは何だったのか; 世界, 2007.7 .pp.233-240.

6) 土木学会誌 vol.93.no.1.2008. 付録

7) 磯光男, 三田村浩, 勝俣盛ほか: 橋梁洗浄に関する北海道での取り組みと米国における実態調査, 橋梁と基礎, pp.29-33, 2004.9.



編集後記

北出芳久氏の「貧しいけれど豊かな国 キューバに学ぶ」にある最大の目標として

きた教育立国、すべての国民に無償の教育の取り組みに、改めて感動します。同じ社会主義を目指すはずの中国ですが、こちらは親が学費の工面と子供を有名大学へ入学させるため凄まじい競争となっているようです。競争による学習の動機付けを廃止したフィンランドは本当に役立つ生きる学力試験PISAで、2006年も世界一。この国も教育は完全無償です。フィンランドの教育と永井二郎氏の自主的学習能力を身につける教育は背景では共通するかと思います。自主的学習能力だけでなく、考える力、学習や仕事を周囲とつないでする力も欲しいです。これをどのように援助、獲得させるかだと思います。

数年前科学者会議の若者の雇用で発表された金沢大学田崎和枝教授に、浅い帯水層を治水、利水、熱源に利用する研究の分担をお願いしたことで、その議論を午後から夜までの定例ゼミで行いました。社会人、3年生も含めて、研究テーマや学会の報告など、みんながみんなの中で育つと感じました。筆者は永井先生と共同研究を行っていますが、そこでの工夫と合わせて能力の育成をと思いました。卒業の最終試験が、知識の量を測るものではなく自主的学習能力や考える力の評価にできれば、それは入試や採用試験にも使えて有意義だと思います。

大学教育が経済のニーズに合っているかのスイスの調査で、日本は最下位に近く、フィンランドは1位となっていると福田誠治著「競争止めたら学力世界一 フィンランド教育の成功」にあります。経済活動のための教育が

全てではないですが、フィンランドの学びは社会とうまくつながっているようです。

小寺先生には、大学法人化の問題を書いて頂きました。これは2月例会で議論となり、次号につなげたいものです。レポートを懇切に添削するなどの教育熱心な先生ですから、その思いも書かれていました。基礎的なことを分からないと考えることもできないということで、永井先生や筆者らとはやや異なる教育かと思いました。このようなことも例会で議論して頂きたい。

キューバに戻りますが、米国の経済封鎖からの急場しのぎ、そこから高い教育レベルがあって有機農業や省エネが実現という吉田太郎氏の著作だけでなく、キューバが高い教育やソ連の援助にも拘わらず、1990年までソ連型社会主義で内部から経済が破綻していたことを取り上げている新藤通弘著「現代キューバ経済史—90年代経済改革の光と影」が考えさせられます。北出先生の報告でも出てきますが、農場の国営から協同組合へ国から地方への権限の委譲という分権と参加、それと市場原理の導入が反省の上になされているようです。過去のキューバの問題は私が原稿不足で急場にした公共事業に関わる問題と重なります。

つなぐことができずに苦勞しておりますので、会員の方の積極的な投稿をお願いします。

(宮本重信)

福井の科学者	第 105 号	2008 年 2 月●日発行
編集・発行	日本科学者会議福井支部 頒価 500 円	
連絡先	〒 910-8507 福井市文京 3-9-1 (郵送の場合) 福井大学教育地域科学部 680 円) 森 透 研究室気付	
	TEL 0776-27-8725	
	E-mail mori@edu00.f-edu.fukui-u.ac.jp	
	URL http://jsa.gr.jp/fukui/	