

◆平成 26 年度 第 2 回 (通算第 42 回) 蔵前ゼミ 印象記◆

日時：2014 年 5 月 30 日 (金)

場所：すずかけ台 J221 講義室

農林水産分野の研究開発の発展方向について

雨宮 宏司 (1980 化学) 農林水産省 農林水産技術会議 事務局長

緑の革命

私を育ててくれた雑誌「リーダーズ ダイジェスト (Reader's Digest)」を懐かしく思い出しながら雨宮さんの話を聞いた。日本は食糧の輸入国だが、実は、“緑の革命 Green Revolution”を通して、世界の 10 億もの人々の食を支えているのだ。緑の革命について知ったのが学生時代に読んだリーダーズダイジェストの記事で、その緑の革命に日本の小麦が大きく貢献したことを知ったのが今回のゼミだった。リーダーズダイジェストは 原本も邦訳版も とにかく分りやすく読みやすかった。文章作法の手本としても申し分なかった。

昔 読んだリーダーズダイジェストの緑の革命に関する記事^(注1)を図書館の司書だった人に頼んで手に入れて貰った。書き出しはこうだ：ノーベル平和賞が授与されたというニュースがノーマン・ボーローグ博士のもとに届いたのは 1970 年 10 月のことだった。メキシコの小麦畑で、博士は両袖をたくしあげ、両の手いっぱい試験用の作物をかかえたままの姿で、この知らせを受け取った。…「うん、これはすごい。だが、まずは仕事だ。お祝いはあとにしよう」…。<彼がアメリカの農業大学で PhD を取った後、メキシコに渡るいきさつも書かれているので是非読んでほしい>

品種改良による小麦の増産のポイントは、背丈が低い品種の開発に成功したことだ。大きな穂をたくさんつけても倒れることがないので、肥料に比例して収穫量を飛躍的に向上させることができるようになった。2~5 倍の収穫量といえば、まさしく革命だ。“奇跡の麦”の登場といえる。中心になった Norman Borlaug (1914~2009, 95 歳) は、上述のように 1970 年にノーベル平和賞を授与され、「緑の革命の父」とよばれている。

ボーローグさんが父ならば、「緑の革命の祖父」と

いべき人が稲塚権次郎 (いなづか ごんじろう; 1897~1988, 91 歳) で、ボーローグさんより 17 歳年上だった。稲塚さんは、往復 4 時間かけて徒歩で富山県立農学校に通った。歩きながら勉強する姿は二宮金治郎そっくりだったそうだ。東京帝国大学農科大学に進んで、メンデルの遺伝学等を学び、卒業後は農商務省で稲や小麦の品種改良に取り組んだ。岩手県農事試験場に勤務していた 1935 (昭和 10) 年に、交配による品種改良を繰り返して小麦の「農林 10 号」を作り出した。従来の小麦は人の肩ほどの背丈だったが、農林 10 号は腰よりも低く、まるで当時の日本の農民のような小麦だったそうだ。稲塚さんいわく「背が低くて、頑丈で、骨太っていうのか、とにかくいくら穂をつけても倒れない品種だった」。

しかし、病害に弱いところがあり、湿度の高い日本では、東北地方を除き、日の目をみななかった。この種^(たね)が海を渡り、脚光を浴びることになるが、そのきっかけは進駐軍 GHQ による有用遺伝資源の収集だった。農林 10 号の短茎多収という性質は、米国の育種家の注目するところとなり、それを親とする改良品種が作り出された。1960 年代には多くの州で驚異的な収穫を記録するまでになった。同じ頃、メキシコの NPO (現在の国際トウモロコシ・コムギ改良センター, CIMMYT) でロックフェラー財団の依頼で研究に取り組んでいたボーローグさんたちも農林 10 号とメキシコ品種の交配によって優れた新品種の作出に成功した。メキシコのみならず、インドやパキスタンなどにも出向いて、その改良品種を多くの地域に広めた。このようなボーローグさんたちの努力で、1950 年代に心配されていた世界の食糧危機が回避され、ノーベル平和賞となったわけだ。ボーローグさんは、稲塚さんが亡くなった 2 年後に、稲塚さんの実家を表敬訪問している。ノーベル賞はボーローグさんの単独受賞だったが、稲塚さんとの共同受賞で

も良かった気がしてならない。本印象記を書くために、稲塚さんのことを調べていて、「リュックのゴンジロさん」と呼ばれていたことを知り、嬉しくなった。私も両手が自由になるリュックの愛用者だからだ。

東工大の貢献

本学の宣伝もしておきたい。緑の革命をもたらしたのは上述の品種改良だが、それを支えたのは化学肥料だ。特に、今から 100 年程前に考案されたハーバー & ボッシュ法 (HB 法) によって人工的な窒素固定が可能になり、窒素肥料を大量に供給できるようになっていたことを忘れてはならない。HB 法では鉄を主体とする触媒を用いて高温高压下でアンモニアを合成するので ($N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$)、エネルギーを大量に消費するという欠点があった。本学名誉教授の尾崎萃 (あつむ, 1920~2013) や秋鹿研一 (あいか, 1942~) らは、ルテニウムを主体とする新しい触媒の開発に成功し、エネルギー消費を大きく改善した。さらに、現役の細野秀雄 (1953~) グループと原 亨和 (みちかず, 1965~) グループは共同で、より高性能のルテニウム触媒を開発することに成功し (注 2)、世界から注目されている。雨宮さんの話では、合成窒素肥料によって現在 20 億もの人口が支えられているとのことだった。窒素肥料の元となるアンモニア合成プロセスの低コスト化は人類の悲願でもあるのだ。

講師の紹介

雨宮さんは、農林水産業とは縁のないサラリーマンの家庭に育った。学生時代は実家のある青葉台から大岡山へ通った。本学では化学を専攻したが、卒業研究は生物学教室の大西孝之 (1923~1990) 研究室に所属し、がん細胞の細胞膜に関する基礎的な研究をした。早く社会に出たいという思いが強かったことと、国のためにやりがいのある仕事がしたいという思いから国家公務員試験を受けることにした。これは交流会の中締めの挨拶で関口さん (前支部長) が言っていたことでもあるが、「日本を設計し、変えることができる」と考えると国家公務員は魅力的な職業だ。「農林水産省に入って本当によかった。恵まれた人生を送ることができている」とのことだった。もう公務員を Public servant

と訳してはいけないのだ。国の舵取り役としての任を果たすべく、政治家と一緒に、日夜 霞ヶ関で奮闘してくれている雨宮さんたちを、これからは Navigator といったほうが良さそうだ。

雨宮さんの専門は化学の中でも生物寄りだったので、公務員試験は「農芸化学」分野で受けた。全国の農学部出身者と同じ土俵で競ったわけだから、どう見ても不利だったはずだが、受験勉強で苦労した話は聞かなかった。雨宮さんは「試験」をさほど苦手としてはいないようだ。そう思った理由はもう一つある。今回の講演の PowerPoint スライドをそのまま印刷して束ねると教科書が出来るほど、一枚一枚がよく整理されていたからだ；大学受験の時に世話になった参考書を彷彿とさせられた。これだけの準備をしたのだから蔵前ゼミだけではもったいない。内容的にも 5 回の講義はカバーできる。是非、他大学 (特に農学部) にも出向いて活用して欲しいものだ。

入省が決まって最初にしたことは、農業高校の教科書を読むことだった。さらに、勤め始めのころは、農家の手伝いをして農業の基礎を体得した。農家の長男として育ちながら、大学を仕事場とした私とは対照的な人生を歩み、淡々とした語り口ではあったが、農林水産業の重要さと将来を分り易く説明する雨宮さんの姿は頼もしかった。これまで本省勤務の他、香川県農林水産部や在スペイン日本大使館への出向を経験した。主として (i) 稲・麦・大豆・果樹・野菜などの農作物の生産振興、(ii) 環境保全型農業の推進、(iii) 農村地域の鳥獣被害対策に取り組んできた。この間に、北陸地方の農村部における地域活性化に関する研究報告書や英国・米国のバイオテクノロジー政策に関する調査報告書をまとめた。

ゼミでは触れられなかったが、大使館での雨宮さんの仕事に興味があったので、交流会の時に聞いてみた。農林水産省からは雨宮さんが出向していたが、旧通産省や旧運輸省、旧大蔵省などからも一人ずつ来ていたそうだ (もちろん、総勢 14~15 人のうち、外務省の人たちが 10 人程で圧倒的に多い)。3 年間のスペイン勤務中は農林水産関係の仕事はすべて雨宮さんがこなした。中でもスペインのオレンジを日本に輸出解禁するための害虫の駆

除に関する交渉は大仕事だったようだ。日本の農林水産業の将来を切り拓こうと戦略を練っている雨宮さんの仕事には、スペインでの経験も生かされているに違いない。今回は時間の関係で、アカデミックな色彩の濃い話になったが、次回は 外交官パスポートの威力など、余談も聞いてみたいものだ。

講義概要(農林水産分野の鳥瞰図)

雨宮さんは、農林水産行政の俯瞰図を描いてみせた。単なる俯瞰図ではなく、研究開発の動向が分るという意味で動的な俯瞰図だ。これを見て雨宮さんに続こうと思った学生もいるに違いない。俯瞰図といえば航空写真だが、見せ方はいろいろある。河川網・交通網・植生・夜景などの情報を重ねると輝きが増す。農林水産分野の研究開発の動向を描くために、雨宮さんは先ず背景として、**①**食料・農業・農村をめぐる事情と**②**農業技術の発展過程を具体的に数値・図表・写真を用いて説明した上で、必要とされる**③**攻めの農林水産業の展開を例示し、最後に 私たち聴衆が最も興味を持つであろう**④**今後の農林水産分野の研究開発の発展方向を示した。具体的な内容は雨宮さんの PowerPoint スライド(本印象記と同じサイトに掲載されている)に譲ることにする；64 枚のスライドから成るが、各スライドには表題の下に 2~3 行のまとめがあるので、講演を聞かなかった人でもわかるようになっている。

農林水産業の意外な側面

農業は もはや日本経済の足を引っ張るお荷物に過ぎないという見方もあるが、その根拠として挙げられるのが次の統計データだ:2011(平成 22)年度の我が国の国内生産額 906 兆円に対し、農林漁業の生産額は 11.9 兆円でわずか 1.3%を占めるに過ぎない。食糧は国の最重要戦略物資とはいえ、ここまで来るともはや TPP 交渉をこじれさせてまで保護する必要はないのではないかと思う人がたくさん出てきても不思議ではない。雨宮さんが いくら「働き甲斐がある」といっても分が悪そうだ。しかし次の説明を聞いて納得した:「農林漁業関連の製造業(農機具・肥料・農薬 etc.)や流通・飲食業を含めると 94.3 兆円となり、国内生産額の 10.4%

に相当する」。一大産業と見なせるのだ。しかも、農業は国民の命を支える食料を供給している。同時に、国土保全など様々な多面的機能を発揮していることを忘れてはならない。

スマート農業(効率化と超省力化)

私が農家の息子として家業を手伝っていた頃(1950~1960 年代)は、まだ機械化されておらず、人手頼みの農作業はきつく、かつ朝早くから夕暮れ時までと長時間に及ぶものだった(注 3)。その後半世紀ほどの間に、農業技術は飛躍的な進歩を遂げた。機械化はある程度予測できたにしても、田植え機の登場は私にとっては驚異的な出来事だった。あの腰が痛くなる難行苦行ともいべき前屈姿勢での仕事から農家の人たちを解放したのだから素晴らしいことだ。GPS を活用した自律走行型の田植え機・トラクター・コンバインなども実用化に向けた試験に入っているというから、炎天下など過酷な屋外での長時間労働から解放される日もそう遠くないだろう。

昔は周りが皆そうだったので、重労働を当たり前のこととして受け入れていたが、工業や商業の発達とともに働き手が都会にひきつけられ、農業の後継者問題が深刻化した。これに拍車をかけたのが、農産物貿易の自由化の流れで、価格的に太刀打ちできなくなった。日本の農業はもはや産業として成り立たないのかと心配していたが、雨宮さんの話(Parts **③**&**④**)を聞いて少し元気が出た。

「強い農林水産業」と「美しく活力ある農山漁村」の実現に向けて、**①**国内外の需要拡大、**②**生産物の付加価値の向上、**③**生産現場の強化、**④**農地の多面的機能の維持・発揮という 4 本の柱からなる活力創造プランを強力に進めてくれているからだ。

詳細は、雨宮さんの PowerPoint スライドに譲るとして、3 番目の柱との関連では、農地の集約化や株式会社の参入を促進するための手が打たれつつあるようだ。平成 22 年における基幹的農業従事者は 205 万人(昭和 1 桁世代が 59 万人)で平均年齢は 66.1 歳と聞くと悲観的になってしまうが、見方を変えれば、農地の集約化や株式会社による農業経営を進めるチャンスでもあるのだ。機械化や IT 化が急速に進み、圃場(ほじょう)の自動モニタリン

グシステムや農作業用のロボットスーツまで開発されつつある現状は若者にも魅力的で農業を見直す機運が高まりつつあるのも不思議ではない。収入は都会に比べると少ないが、昔のような重労働はもはやなく（労働時間も、雨宮さんに見せてもらった図表によれば、私が知る頃の 1/5 になっている）、そのうえ食うには困らない田舎と、一方、文化的で便利だが、重労働よりもきついストレスにさらされる都会と、選択肢としては優劣つけがたいところまで来ているのかも知れない。

この蔵前ゼミでも、農業経営者が講師を務める日が来るに違いない。その日のためにも、そして何より、最重要戦略物資としての食糧確保（適正自給率の維持）のために、雨宮さんには頑張り続けて欲しいものだ。雨宮さんの部下で本学出身の矢野路子(2011 年入省, 生命理工・分子生命科学専攻)も力になってくれるに違いない。

ストレスは味方に見える

とはいっても、大部分の卒業生は都会で働くことになるだろうからストレスに関する最近の研究も紹介しておこう。ストレスは健康に悪い、寿命を縮めるといわれてきた。「ストレスはよくない」と恐れている人には、確かにストレスは「悪」で、心の平穏を乱し寿命を縮める。しかし、「ストレスは体にいいのだ」と思っている人にとっては、ストレスは「善」で、その人を創造的で社交的にしてくれるというのだ。要は、「気」の持ちようでストレスは善とも悪ともなるというのが最新の研究結果だ。私たちの体にはストレスに対処するための仕組み（ACTH 系、内在性モルヒネ系、オキシトシン系 etc.）が備わっており、それがストレスによって活性化されると全身の臓器に保護作用が現れ、ストレスのマイナス面をカバーして余りあるらしい。「適度なストレスは有用なのだ」と信じる者は救われる」というのだから、都会派の人にとっては朗報だ。「オキシトシン教」をお勧めする。

耕作放棄地を減らせるか

雨宮さんが紹介した Parts ③の 4 番目の柱「農地の多面的機能」にも触れおこう。棚田などに典型的にみられるように区画された農地には雨水を一時的に溜め国土を保全する働きがある。さらに田

畑や灌漑用水路・溜池には多様な生物が生息し、自然環境の保全に役立っている。美しい景観によって訪れる人々に安らぎを与えてくれもする。しかし耕作に不利な中山間地域では、高齢化の進行とともに耕作放棄地の増加が深刻化している。そこで雨宮さんたちの農林水産省は、このような耕作不利地域を対象に日本型直接支払制度を創設した。「農業の多面的機能の維持・発揮を図るための地域活動を支援する」とうたっているから多面的機能支払制度といった方が分り易いかもしれない。簡単にいえば、ハンディーをカバーできるだけのお金（一戸当たり 100 万円未満）を無条件で支払い、耕作を続けてもらう仕組みだ。2014（平成 26）年度からは、新しい支払いの仕組みも追加された。成果が上がることを期待したい。

消えない心配ごと

雨宮さんの話を聞いてますます心配になったことがある。食糧の輸入先であるアメリカで農業用水の汲み上げができなくなっている農地が拡大しているというのだ^(注 4)。サウジアラビアでも地下水が急速に枯渇し、小麦生産ができなくなりつつあり、2015 年までに自国での生産を止めて 100%輸入に切り替えると発表したそうだ。他にも水不足が深刻になっているところは多い。冒頭で紹介した「緑の革命」には、品種改良と肥料の他に、多量の水が必要だ。日本は水に恵まれた緑豊かな国のはずなのに、世界一の水の輸入国と聞いて驚いた。ペットボトルの水を多少輸入しているにしても、世界一とは何かの間違いだらうと調べてみた。輸入穀物・畜産物を国内で育てたら、どれくらいの水が要するのかを計算し、間接的な水（Virtual water; 食料の輸入は 形を変えて水を輸入しているとみなす）の輸入量を見積もると、800 億トンを超えるそうだ。オーストラリア産の肉で作った牛丼一杯当たり 2 トンになるらしい。深刻化する水不足が紛争の種になっているところも少なくないようだ。

食べ物なしには生きられない。食べ物には限りがあるので、私たちは常に餓死と隣り合わせになることになる。これは厳然たる事実だが、文明社会に暮らしているとその実感がない。それどころか、時として、私たちは地球に養ってもらっていることを忘れそうになる。30 億人が限界といわれなが

ら、今や60億人を超え、2050年には90億人を突破すると見込まれている。そうすれば食料もエネルギーも不足し、社会は危機的状況に陥る。長い目で見ると食糧は最も重要な戦略物資であることは明かだ。特に、異常気象下の乱世では、どの国も自国優先で、人道的見地からの輸出など望むべくもない。従って、ある程度の食糧自給率を維持することは必須となるが、直近の生活を考えると、条件が悪くてもTPPを飲まざるを得ない；食糧とエネルギーを自給できる国はいざという時に強い。持てる国と持たざる国が対等に交渉できるのは、世界の秩序が保たれているときに限られるとすると、食糧の安全保障は喫緊の課題だ。クジラ・クロマグロ・ウナギ^(注5)と水産業を取り巻く環境も厳しい。雨宮さんがParts ③&④で力説した「攻めの農林水産政策」とその牽引役^(けんいんやく)「研究開発の発展」に期待しよう。

今となっては、雨宮さんにばかり仕事を押し付けるようで申し訳ないが、私もPart ④との関連では、闘志満々だった時期がある。私が卒業研究で植物の光合成の研究を始めるときは、今から思えば思い上がりもいいところだが、光合成の仕組みを解明して工場で“コメ”が作れるようにしてやろうと真剣に考えていた。肉体的にきつかった農作業の経験から、これを今後何世代にもわたって繰り返すわけにはいかないだろうと強く思うようになっていたことと食糧の自給が独立国の条件だと考えていたからだ。しかし実際に研究してみると、なかなか思うようにいかず、しかも自然の複雑で精緻な仕組みに感嘆することが多く、「コストパフォーマンスを考えると食べ物は植物などの力を借りて野外で作るのが一番いい」と思うようになった。それは、我が心の変節を正当化する“酸っぱいブドウの論理”だったかもしれないが、博士課程を終える頃には、自然の仕組みを読み解く基礎研究に身を転じていた。

基礎研究もPart ④で紹介された先端的応用研究に十分貢献できるようだ。印象に残ったのは、ゲノム情報を活用した育種技術の開発はもちろんのことだが、カイコ（絹糸）を利用した人工血管の作製、骨粗しょう症予防効果があるミカンやケルセチンを多く含むタマネギの育種、さらには再生

医療研究に役立つ免疫不全ブタの開発だ。

大騒ぎ^(注5)となっているウナギについても、コストを無視すれば、完全養殖が可能になっており、技術改良により2020（平成32）年には、10,000尾のシラスウナギを生産できるようにしたいとのことだった。エサが分らず苦勞していると聞いたが、これには筆者らの受容体に関する基礎研究手法が役立ちそうだ。すなわち、ウナギ幼生の嗅覚器官にあるエサ選別センサー（匂いセンサー）を同定し、これを用いたバイオセンサー（例えばBiacoreのチップ）を作って、それに吸着する低分子化合物（エサから水に溶けだして幼生を引きつけている天然の匂い分子）を探す。こうして見つけた低分子化合物を混ぜてやれば、ウナギの幼生は何でも食べるようになる。エサの問題は一挙に解決するというわけだ。

おわりに

交流会での乾杯のあいさつを紹介して結びとしよう。先日、James Watson^(注6)（1928～）博士が日本を訪れ、1時間立ちっぱなしで、DNAの2重らせん構造を発見し、ノーベル賞を受賞した経過について講演をしたそうだ。80歳を超えているとは思えないほどの情熱的な語り口に、雨宮さんは驚いた。そして「若い時ほど、時間を大切にしてください」と言っていたのが印象深かったそうだ。この言葉を今日の受講生に贈りたいとのことだった。

^(注1) Seegers, Scott, and Kathleen Seegers. Father of the "Green Revolution", *Reader's Digest* Mar. 1971: 134–138. 日本語版のリーダーズダイジェスト：1971年5月号, 121–127.

^(注2) Kitano, M. *et al.*, Ammonia synthesis using a stable electride as an electron donor and reversible hydrogen store. *Nature Chemistry* 4, 934–940, 2012.

^(注3) 私の農作業：変なことを言うようだが、雨宮さんの話が雨宮さん以上によく理解できたのが私ではないかと思う。黒部川下流の農村で育ち、高校を卒業して上京するまで、泥まみれ汗まみれになって農作業を手伝ったからだ。近所の同級生は皆そうだった。(1) 小学校の途中まで、1週間ほどの田植え休みがあった。小学校の高学年や中学生になるともはや一人前で、人力に頼らざるを得なかった当時としては、田植えに欠かせない労働力だったのだ。田植えが終わると近所の人たちと一

緒に湯治に出かけた。場所はおぼろげなのだが、湯を引いてくる太い木管と このとき食べた夏ミカンの味は今も記憶に残っている。(2) 田植えが終わってしばらくすると、“はったんどり”を押しでの田の草取りが待っていた。毒性の強い農薬パラチオンの一斉散布がある時は、学校が(午後)臨時休業となり、外で遊ばないようにと注意された。少し休めるのは7月から盆にかけてだったが、この間は畑の草取りに追われた。雑草は生命力が逞しく、いくら取っても次から次へと生えてくるのだ。(3) 盆過ぎからは刈り入れの準備として、はさ(稲架)作りなどが始まる。(4) 炎天下での稲刈りはまさしく重労働だった。汗が滝のように流れた。汗が乾くと白い塩分が残るので、腕や手がまるで塩を噴いたようになった。今のようにスポーツドリンクがない時代で、水分の補給が難しく、黒部スイカに助けられた。おかずといえは決まって塩たっぷりの焼き魚に漬物とイカの塩辛だったのもそれなりに理にかなっていたのだ。嬉しかったのは、肉体労働者は心臓病にならないといわれた時だ[真偽のほどは不明]。(5) この後、刈り取った稲の“はさ”掛けによる乾燥、脱穀、籾摺り(もみすり)と続いて、ようやく米として出荷できるようになる。私が物心ついたころは、まだ人力・畜力と水車(ダイロ、下図)に動力を頼っていたので、一家総出でも時間がかかった。朝晩の冷え込みが感じられるようになってようやく一息、果物の美味しさに“恵みの秋”を感じたものだ。(6) 雪が降る前に稲わらを積んで、堆肥を作るが、稲わらを押し切りで細かく刻むのが大変だった。(7) 冬は勉強の季節だったが寒さで手がかじかむので思うように出来なかった。そういえば子供たちの手はみな皸(あかぎれ)になっていた。(8) 雪が解けると春田の準備が始まる。秋に種をまいたレンゲソウ(共生根粒菌が窒素固定をしてくれるので、よい肥料となる)が田圃一面に咲き誇る。これを鎌で刈り倒して肥料にした。このあと農耕馬に犁(すき)を引かせて田圃を耕すわけだが、前処理が必要だった。丈夫な稲の根が残っているためにそれを適当に切断しておかないとうまく耕せないのだ。包丁のような歯を付けた鉄製の下駄を履いて、稲の株を踏みつけながら田圃を縦と横に歩き回るのが子供たちの仕事だった。一人では辛い仕事だったが、仲間がいるとそうでもなかった。(9) 馬に荒く耕してもらったあと、今度は人手で鍬(くわ)を入れ、掘り起こした土の塊を細かくした。農家の子の手にはみなママができていて、少し大げさにいえば、画鋲(がびょう)を刺しても痛くないと自慢しあ

っていたものだ。学校の成績よりも“身体”がものを言った。(10) 田植えが近づくと、田圃に水を引いて、鍬で土をこね、表面を平らにした。これらは60年ほど昔のことだが、雨宮さんの話「Part ②: 農業技術の発展過程」を聞いて思い出したので紹介させてもらった。



ダイロ(自治研とやま No. 81, 2012年7月号, p16-17): 脱穀などに使っていたらせん式水車。身近にある用水のエネルギーを農作業用の動力に変えるために開発された。この水車は、水量がそれほど多くなくても、また勾配がそれほどきつくない水路でも効率的に動力を生み出すように工夫されている。形がカタツムリに似ていることから「ダイロ」(カタツムリの方言)と呼ぶようになった。富山県下新川郡入善町にある黒部川扇状地研究所が復元し、実際に野外で動体展示している。

- (注4) オガララ帯水層: ロッキー山脈東側の大平原の下にある世界最大級の地下水層で、日本の国土の約1.2倍の広さに匹敵する。ネブラスカ州西部の町オガララ(Ogallala)に因んで命名された。この帯水層は、氷河期の地球が遺してくれた貴重な恵みと考えられている(ロッキー山脈の雪解け水が豊かな帯水層になった)。この地域の平原では、年間降雨量が50cmに満たないので、増えることは期待できない。それにもかかわらず、大量に地下水を汲み上げて散布する大規模な灌漑(かんがい)農業を続けてきたために地下水位が低下し、穀倉地帯が危機に直面している。
- (注5) 2014年6月12日、国際自然保護連合(IUCN)はニホンウナギを「絶滅危惧種」に指定し、レッドリストに載せた。
- (注6) J.D. ワトソン: DNAの2重らせん構造を提案し、34歳でノーベル賞を取った分子生物学界の大御所。

(東京工業大学 博物館 資史料館部門 特命教授 広瀬茂久)