# 東京大学農学部公開セミナー 第 41 回

## 未来を創る農学、未来を支える農学

## 講演要旨集

~~~~~~~~~ プログラム ~~~~~~~~~

【 開会の挨拶 】

13:35~14:25

未来を支える植物の栄養研究

応用生命化学専攻 教授 藤原 徹

【 休憩(10分) 】

14:35~15:25

風景という絆 - 地域づくりと風景計画

森林科学専攻

教 授 下村 彰男

【 休憩(10分) 】

15:35~16:25

ヒトと動物のインフルエンザ

: その制御に向けた未来展望

獣医学専攻

准教授 堀本 泰介

【 閉会の挨拶 】

日 時 2011年11月26日(土)13:30~16:30

場 所 東京大学弥生講堂・一条ホール

主 催 東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

共 催 (財)農学会

## 目 次

| 未来を支える植物                   | 物の栄養  | 研究⋯⋯               |      |     |             |     |    |    | 1  |
|----------------------------|-------|--------------------|------|-----|-------------|-----|----|----|----|
|                            | 応用生命( | 匕学専攻               |      | 教   | 授           | 藤   | 原  |    | 徹  |
| 植物の生育は土壌                   | からの栄養 | きの吸収に(             | 衣存し  | てお  | り、農         | 農業の | 現場 | でも | 栄養 |
| 研究は施肥管理に欠                  | かせない貢 | 献をしてる              | きた。」 | 最近0 | 分研ダ         | まによ | り栄 | 養の | 輸送 |
| や代謝に関わるタン                  | パク質が多 | く明らかり              | こされ  | るよ  | うに          | なり、 | 低肥 | 料で | も育 |
| つ植物など、植物の質                 | 栄養特性の | 改善を通じ              | た農業  | 業生產 | <b>E</b> ~0 | 貢献  | が可 | 能に | なり |
| つつある。このよう                  | な技術は2 | 1世紀の打              | 寺続型  | 農業  | に貢          | 献する | 0  |    |    |
| 風景という絆一                    | 地域づく  | りと風景               | 計画   |     |             |     |    |    | 9  |
|                            | 森林科学區 | 専攻                 |      | 教   | 授           | 下   | 村  | 彰  | 男  |
| 風景とは、人と地                   | 域環境との | 関わりの集              | 積に。  | より用 | 多づく         | こられ | るも | ので | あり |
| 地域で暮らす人々が                  | 共有するこ | とを通して              | て、地域 | 或コミ | ミュニ         | ニティ | の絆 | を深 | める |
| 役割を果たす。東日                  | 本大震災の | 復興に際し              | ても   | 、当該 | 亥地垣         | はなら | では | の個 | 性的 |
| な風景を浮き彫りに                  | し、その持 | 続的な再生              | を手具  | 設とし | して出         | 地域づ | くり | を進 | めて |
| いくことが重要であ                  | る。津波被 | 害を受けた              | と被災  | 地にこ | おいて         | ては、 | 日々 | の暮 | らし |
| における「海」との                  | 関係の再構 | 事築が課題 <sup>~</sup> | である  | と考  | えて          | いる。 |    |    |    |
| ヒトと動物のインフルエンザ:その制御に向けた未来展望 |       |                    |      |     |             |     |    |    |    |
|                            |       |                    |      |     |             |     |    |    | 16 |
|                            | 獣医学専巧 | <b>文</b>           |      | 准教  | 7 授         | 堀   | 本  | 泰  | 介  |
| インフルエンザは                   | 有史以来、 | 人類を悩ま              | ミし続  | けてい | いる。         | 毎年  | 流行 | する | 季節 |
| 性インフルエンザ、                  |       |                    |      |     | _           |     |    |    |    |
| によるパンデミック                  | 。なぜイン | フルエンサ              | ば次プ  | からど | マヘシ         | :現れ | るの | か? | なぜ |
| それは撲滅出来ない                  | のか?その | 答えは、鳥              | やブク  | タとし | いった         | 上動物 | が鍵 | を握 | って |
| いる。インフルエン                  | ザを制御す | るためには              | は、む  | しろ動 | 動物な         | ららの | 視点 | で、 | その |
| 流行メカニズムやウ                  | イルスの性 | 三状を理解で             | する必  | 要が  | ある。         | 講演  | では | イン | フル |
| エンザの全体像を把                  | 握して頂き | 、その制行              | 卸法を  | 考え  | てみ          | たい。 |    |    |    |
| - A Nº /-                  |       |                    |      |     |             |     |    |    | ٥. |
| 司会進行                       |       |                    |      |     |             |     |    |    | 25 |
|                            | 生産・環境 | 竟生物学専              | 攻    | 准教  | 7 授         | 岩   | 田  | 洋  | 佳  |

## 未来を支える植物の栄養研究

応用生命化学専攻 教授 藤原徹

## 1. 作物が土に育つということ

日本は緑豊かな美しい国である。植物はどこにでもある存在で、遠くの山は青く、各地に水田が広がり、秋には各地で紅葉が楽しめる。植物は衣食住を提供し、環境を保ち、心を安らかにしてくれる。人類の生存と繁栄は植物と共にある。

これほどまでに植物が身の回りに繁茂しているのは、植物は水と光と土があれば生育できるためである。動物は土を食べることができないが、植物はいわば土を食べて生きることができる。植物は土(土壌)の無機元素を吸収

して生育する。植物は生育に必要な元素を土壌から選び出して吸い上げられた元素は葉に送られた元素はでは、光合成に利用され、光合成は米での有機化合物はお米などの有機化合物になり、綿のセルロースなどの多様な化合物に変換される(図1)。すなわち、人類の生存と繁栄は植物のよなわち、人類の生存と繁栄は植物のよなからの栄養吸収能力に依存していることになる。

植物による土壌からの養分吸収に関しては二つの重要な点がある。一つは、土壌に含まれる植物の必須元素は多くの場合、植物の生育に最適な濃度では含まれていないということである。特に窒素、リン酸、カリウムなどの植物が多量に必要とする元素は植物の必要量に比べて特に土壌には欠乏している。



図1 植物による土壌からの必須元素の 吸収と植物による物質生産土壌から選択 的に必須元素を吸収し輸送、代謝を経て 有機物が合成され、食糧などとして私た ちの生活を支えている。

そのため作物生産にはこれらの元素を肥料として補う必要がある。植物はこのような欠乏している栄養素をより効率よく吸収し利用するために、吸収のための輸送体(トランスポーター)や代謝を制御している。すなわち、植物は栄養条件を感知してそれに応じた反応をすることによって、生存している。作物の生産もこの栄養に対する適応能力に依存している。

もう一つの重要な点は、植物による土壌からの栄養吸収は地球全体の元素 循環にも大きな影響を与えている、ということである。植物が吸収する元素 は動物に利用されるなどして土壌から奪われ運ばれていくことになる。今年 3月の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故によって 環境中に放出された放射性物質の一部は植物に吸収され、循環していくこと になる。

## 2. 過去の植物の栄養研究が支えたもの

人類が現在のような発展を遂げたのは、植物の生産を制御し生産物を利用する能力を蓄積してきたためである。遥か数千年前に文明が起こり、都市が形成された際にはその人口を支える農業生産が不可欠であった。それ以来、経験に基づく農業が長く行われて来たが、農業生産が人口増加を規定する時代が長く続いた。19世紀に入ると科学の進展に伴って、ドイツのリービッヒなどにより、植物は土壌から無機栄養と水を吸収し、光を受けて光合成をすることで生育していることが明らかにされた。現在までに植物が土壌から吸収する生育に必要な無機元素(必須元素)は、窒素、リン、カリウム、硫黄、マグネシウム、カルシウム、マンガン、鉄、銅、亜鉛、ホウ素、塩素、モリブデン、ニッケルの14種類が明らかにされている(図2)。

肥料の歴史も農耕の歴史に匹敵するほど古く、古代ギリシャ時代には肥料

がれ経が資ー空アが肥にまて作の使いにより発とのニさ大て、学生をいこく紀さッ素をたにた物知をにいる、ゴ世見ボ窒アれ量き植的育をとのよるまにをすにれれ養発すいが肥あとたよ原る伴るとに達るで残料っ肥、つ料方っよあつしたのさはた料ハてに法てういい、め知さはた料ハてに法てういい、め知さはをいる。

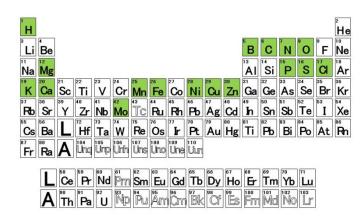


図 2 植物の必須元素

17種類の植物の必須元素を灰色で表示している。H, C, 0 を除く 14種類の元素は土壌からの無機栄養として吸収され、 利用される。動物ではナトリウムやセレンも必須元素である が、植物では必須性は認められていない。

見が蓄積されるようになり、食糧生産は増加していく。この過程では、作物が必要とする個々の無機栄養が、様々な作物でそれぞれどの程度必要かが明らかにされ、植物体や土壌に含まれる無機栄養の分析手法が開発され、各地の作物や土壌の分析が進められて行った。分析結果に基づいて施肥が奨励され、作物の生産が安定していった。この時代の植物の栄養研究は、土壌や作物の分析と、それに基づいた施肥試験が中心であり、研究の成果は収量増や

安定化に直結していた。このような研究は現在でも発展途上国では重要であるが、多くの先進国では栄養の簡便な試験方法が開発され、分析は頻繁に行われる様になって来ている。このような試験を通じて適切な肥料管理がなされ、作物は安定的に供給され私たちの食卓を豊かにしている。

## 3. 近年の植物の栄養研究の進展

日本では戦後の食糧難の時代を経て昭和40年代に入ると余剰米が問題となり始める。政府は減反政策に踏み切り、日本のコメ作りは増産から高品質米への時代に移って行くことになる。また、与えすぎた肥料由来の成分が環境に流れ出て湖沼を富栄養化するといったことが顕在化するようにもなった。植物の栄養研究による増産の意義は次第に失われて行き、高品質米の生産や、環境負荷を低減するための植物の栄養管理というような研究が行われる様になって行く。

その一方で、並行して進んだ各種科学の進展もあり、次第に植物の栄養の研究は、栄養の吸収のしくみの理解などの基礎研究に重きが置かれる様になって来た。特に大学においてその傾向が顕著であったと私は考えている。例えば窒素を例にとれば、植物が窒素をどのように吸収し、どのような酵素で代謝してアミノ酸を合成するのか、それが植物の体内のどこで行われるのか、そのような過程はどのような調節を受けているのか、というようなことが同位体元素を用いる実験等によって明らかにされて来た。他の栄養素についての基礎的な研究も進展し、植物が栄養をどのように吸収したり輸送し、代謝したりするのか、また栄養条件に応じてどのような反応を示すのかが明らかにされ、植物の栄養についての理解が深まって来ている。

その一方で、このような研究の流れは、現場で必要とされる情報とは異なる内容の研究が行われるということであり、本来植物の栄養研究の目的であった増産への貢献などの農業現場への研究成果の還元という意味では、かなり遠回りをする結果にもつながったが、このような遠回りは以下にのべる未来への発展のために必要なことであったと考えている。これまで述べた植物の栄養研究を通じた作物の増産は、既存の作物の収量や品質を如何に高めるかということに重きが置かれていたが、今後のさらなる増産を、環境への負荷を与えずに達成するには、現在の作物の持つ栄養についての特性を改善していくことが重要である。具体的には、肥料が少なくても育つ植物などを作出することである。作物は人類の長年の歴史の中で改良が加えられて来たが、肥料が少なくてもよく育つという性質が育種の対象になったことは恐らく無いと思う。肥料の原料資源が限られつつあり、窒素肥料の合成にも多くのエネルギーが使われている現在の農業を、より持続性の高いものにするためには、肥料が少なくても育つ作物を作り出すことが大切になってくる。

このような目的のためには、植物の性質をよく理解し、その性質を改善す

るということが求められる。それは、生物のしくみを理解する、ということを超えてその生物の性質を改善するという、大きな挑戦の一つである。科学が進展したと言っても、生物の理解は未だその一端を覗き見ているに過ぎない訳であり、限られた情報を基にして複雑な多細胞生物である植物の生産をどのようにすれば改善できるのかを予測することは必ずしも容易ではない。その一方では、世界の人口は増加を続けており、化石燃料は減少し資源も限定的になりつつある。遠くない将来に植物をより改善することが求められている。

## 4. 植物の栄養研究が支える未来

このような状況の中で、これまでの基礎研究の積み重ねにより、栄養がある程度欠乏しても生育できる植物や過剰の栄養にも作物の生育を良くする成功例が報告される様になって来ている。未来の食糧生産はこのような研究によって支えられて行くのではないかと思っている。ここでは、一例として私たちが進めているホウ素栄養についての植物の生育改善の研究を紹介したい。

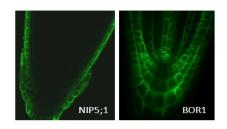
ホウ素は細胞壁のペクチンを架橋する重要な役割を果たしているが、土壌中のホウ素濃度は世界各地で大きな違いがあり、一般的に日本のような多雨地域では濃度が低く、半乾燥地などでは高濃度に集積する場合がある。ホウ素は日本では欠乏しがちで、施肥が必要であるが、半乾燥地などで土壌のホウ素濃度が高い場合には過剰障害によって植物の生育が抑制されてしまう。土壌のホウ素濃度は他の肥料成分と同様に適当な濃度範囲に保っておく必要がある。

ホウ素が植物の必須元素で表 をが報告されたのは 1923 年 である。長担う輸送体のは 5 を担う輸送体のは 5 を担う輸送体のは 2 ののよう輸送を担う輸送を担う輸送を担いて であるでするが、 がままいますが、 ではまままで が、 がまままますが、 で初めのでは、 でのでは、 できない。 かのでは、 できないが、 で



図3 シロイヌナズナの bor1-1変異株のホウ素欠乏条件での生音

野生型株(右)と bor1-1 変異株を 3 μ M のホウ素を含む培地で 4 週間生育させた時の写真。BOR1 はホウ素輸送体で根から地上部へのホウ素輸送を担っていることが知られている。ちなみに、図には示していないが、bor1-1 変異株を通常の濃度のホウ素を含む培地で栽培すると、野生型株と bor1 変異株の生育の違いは認められない。これらのことは、ホウ素輸送体 BOR1 が低ホウ素条件でのシロイヌナズナの生育に重要な役割を担っていることを示している。(三輪京子氏撮影)



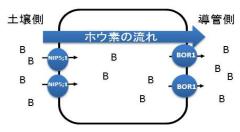


図 4 細胞を横切る栄養素(ホウ素)の流れ

上側の写真は NIP5;1 と BOR1 に緑色蛍光タ ンパク質 (GFP) を連結し、シロイヌナズナ の根の先端で発現させたもの。図は GFP の蛍 光を根の縦断面で観察したもので、白く見え る部分の部分がタンパク質が蓄積している 部分を示している。(高野順平氏撮影)NIP5;1 は根の表皮細胞(もっとも外側の細胞)の土 壌に面した細胞膜に、BOR1 は根の中心に近 い側の細胞膜に局在していることがわかる。 下は NIP5;1 と BOR1 による細胞を横切るホウ 素の流れを示したもの。ホウ素を含む栄養素 は根で吸収され地上部に運ばれる過程で、根 の細胞を横切って導管に到達する必要があ る。NIP5;1 と BOR1 の局在はこのような細胞 を横切った輸送に重要な役割を果たしてい ると考えられる。

(図4)。

私たちのグループでは、このBOR1やNIP5;1を植物に多く作らせる(発現を高める)ロイを現たでは、大力素欠乏に耐性を示すシロを作出することに成功した。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りした。BOR1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を削りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませる。NIP5;1を加りませ

質を決めている原因遺伝子を実験的に同 定したところ、この遺伝子は細胞膜に埋 め込まれているタンパク質(BOR1)をコ ードしており、BOR1 はホウ素を輸送する 活性があった。また、BOR1 は導管の周辺 の細胞で蓄積し、根に吸収されたホウ素 を導管へ積み込む役割を担っていること を明らかにした。さらに2006年にはホウ 素の吸収に重要な役割を担っているトラ ンスポーターNIP5;1を見いだした。BOR1 も NIP5;1 も培地のホウ素が少ない時に重 要な役割を果たす細胞膜のトランスポー ターであるが、興味深いことに NIP5;1 は 根の表皮細胞の土壌に面した側の細胞膜 に、BOR1 は根の細胞の導管に面した側の 細胞膜に主に存在している。これらの局 在によって根を横切るホウ素の輸送が可 能になり、土壌から表皮、内皮などを横

切りさままれてはいく



図 5 トランスポーターを用いたホウ素欠乏耐性植物の作出

シロイヌナズナの野生型株、BOR1 の発現を強めた株 (BOR1 過剰発現 株)、BOR1 と NIP5;1 の両方の発現を 強めた株 (BOR1, NIP5;1 過剰発現株) を 0.3 u M の ホ ウ 素 を 含 む 培 地 ( ホ ウ 素欠乏培地)で育てた様子。(加藤諭 一氏撮影)野生型株では、ホウ素欠乏 のために最初の花茎の伸長が停止し てしまい、脇芽ががよくのび出してい る。BOR1 を過剰発現すると、ホウ素 の地上部への輸送が強化され、同じホ ウ素条件で栽培しても花茎の伸長が 停止することはないが、結実しにくく なっている。BOR1 と NIP5;1 の両方を 過剰発現する植物は、この低いホウ素 濃度でも結実する。

も成功した。これらの結果は、植物の栄養輸送を制御することで、植物の生育を改善できる可能性を示している。植物は長い時間をかけて進化して来たが、それでもまだ、特定の条件などでは生育を改善する余地がかなりあると考えられる。

植物の栄養研究はこれまで食糧生産に大きな貢献をしてきたが、未来に向けても、地球環境を保全しつつ、食糧生産を維持していくために新たな貢献ができるものと考えている。多くの皆さんに植物の栄養やその研究に関心を持って頂き、私たちの活動を応援して頂きたい。

## プロフィール

#### ふじわら とおる **藤原 徹**

## 所 属

応用生命化学専攻 植物栄養·肥料学研究室

## 略 歴

1992年 東京大学大学院農学系研究科博士課程修了(農学博士)

1992年 東京大学大学院農学系研究科農芸化学科 助手

1996年 東京大学大学院農学生命科学研究科 助手

2003年 東京大学生物生産工学研究センター 助教授

2006年 東京大学生物生産工学研究センター 准教授

2010年 東京大学大学院農学生命科学研究科 教授

## 主な研究活動

植物の栄養輸送機構の解明、栄養条件に応じた植物の反応、低栄養耐性植物の作出

## 主な著書

- (1) 藤原 徹(分担執筆) 植物栄養学 第2版 文永堂出版(2010)
- (2) 神谷岳洋、浦口晋平、<u>藤原 徹</u>「植物の無機元素の輸送と環境応答」細胞工学 Vol.30 No.2 pp.142-148 (2011)
- (3) Boron-Dependent Degradation of NIP5;1 mRNA for Acclimation to Excess Boron Conditions in *Arabidopsis* Tanaka, M., Takano, J., Chiba, Y., Lombardo, F., Ogasawara, Y., Onouchi, H., Naito, S. and Fujiwara, T. *Plant Cell* in press (2011)
- (4) Condensin II alleviates DNA damage and is essential for tolerance of B overload stress in *Arabidopsis thaliana* Sakamoto, T., Tsujimoto-Inui, Y., Uraguchi, S., Yoshizumi, T., Matsunaga, S., Matsui, M., Umeda, M., Fukui, K. and <u>Fujiwara, T.</u> *Plant Cell* in press (2011)
- (5) Plants tolerant of high boron levels. Miwa, K., Takano, J., Omori, H. Seki, M., Shonozaki, K., <u>Fujiwara, T.</u> *Science* 318,1417 (2007)
- (6) Arabidopsis boron transporter for xylem loading. Takano, J., Noguchi, K., Yasumori, M., Kobayashi, M., Gajdos, Z., Miwa, K., Hayashi, H., Yoneyama, T. and <u>Fujiwara, T</u> Nature 420: 337-340. (2002)

## Memo

## 風景という絆 - 地域づくりと風景計画

森林科学専攻 教授 下村 彰男

## 1. 「風景」そして「風景計画」

(1) 「風景」:人と、環境そして地域社会とのコミュニケーション

「風景」は極めて身体的な側面を有している。人の周りにはそれぞれの風景が広がり、人が動けば風景も移り変わる。そして人は風景から様々な情報を取り込み、それにもとづいて行動し生活を営む。人は行動や生活に際して必要な情報を自分を取り巻く環境から五感を通して入手するが、一説によると、五感からの情報の8割以上が視覚情報であるとも言われている。一方、見られる客体としての風景は、人の環境への働きかけが歴史の中で集積したものと言える。人は日々の暮らしの中で、様々に周辺環境に働きかける。その働きかけが、人の意識の有無にかかわらず風景を形成していく。このように人と環境は相互にコミュニケーションを交わしており、風景はそれを媒介するものであり結果でもある。

また地域での暮らしや営みの背景には常に風景があり、「ふるさとの風景」に象徴されるように、人々の懐かしさや心の安らぎと深く結びついていく。そして風景は地域で暮らしを営む人々に共有され、そのことにより地域コミュニティの絆を深めるものでもある。

(2) 風景計画:風景は指標であり手段である

風景を上記のような存在として捉えると、風景づくりあるいは風景計画とは、単に目に映る風景を美しく整えることにとどまらない。地域が有している自然や歴史、生活様式などの特徴を風景として顕在化させることが基本的な考え方である。そして引いては人と環境との関係を整えること、つまり人々の生活の舞台づくりが風景計画と言える。

したがって目指すべきは、人と地域(環境、社会)との豊かな関係の回復であり、風景はその関係回復に有効なツールとして活用される手段であると考えている。昨今、棚田や里山をはじめ文化的景観への関心が高まってきているのは、こうした人と自然環境や地域コミュニティとの関係の豊かさを象徴しているからに他ならないと考えている。人は単に風景の表層としての形状を捉えるだけでなく、風景を形成した背景としての人々の営みの豊かさや貧しさ、それも精神的なゆとりや文化程度をも含めて敏感に感じとる力を有している。そして風景の中に、人々の暮らしの豊かさ、空間や場所との関わりの良好さを読みとる時に、風景に魅力を感じるようになってきている。個性的で味わい深い風景の再生を指標、手段として、持続的な地域の運営管理の仕組みを構築するこ

とが重要であると考えている。

## 2. 「風景」という視点からの東日本大震災調査

(1) 「安全性」と「海との結びつき」

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による被害は、極めて甚大かつ広域そして複雑多様な被害をもたらした(写真-1)。内陸部における揺れによる被害、沿岸部の津波被害、そして原子力発電所の事故による被害、と様相が全く異なる被害が混在している。これに加えて各地の地理的、立地的差異がからみ、社会が大きな転換期を迎えていることも相まって、各地各様の状況が対応の遅れを生じる要因となっている。



写真-1: 防潮堤の内側も壊滅的な被害を 受けた(宮古市田老)

しかしながら、ともかくも被災地の復旧・復興が最重要課題とされており、特に大きな津波被害を受けた被災地では居住地をどこに整備するかが当面の大きな課題として検討・調整が進められている。この点に関して、復興構想会議が提示した「復興への提言~悲惨のなかの希望~」をはじめ、岩手県の復興基本計画、宮城県が提示した復興計画、福島県の復興ビジョンにおいては、どれも「安全」が強調され、モデル図等では海から距離のある内陸部での高台(高所)居住が提言されている。

しかしながら、ここで一つの疑問が生じる。被災地の多くは漁業・水産業に従事する人々が多い海辺の居住地あり、日々の暮らしにおける「海」との関わりは不可欠のはずである。地域コミュニティで共有している風景の中には、「海」が重要な要素として入っているに違いない。ところが上記の諸提言(計画)においては、「海」との関係をいかに設定するかに関する提言は盛り込まれていない。本文中の方針表現では自然との共生が謳われているものの、居住における「海」との関係設定について具体的に検討された様子は見られない。

#### (2) 宮古市における集落調査

そこで現在、当該地域における居住と海との関係について検討すべく、岩手県宮古市において海辺の集落調査を進めている。宮古市の沿岸には大小数多くの集落があるが、今回、15程度の集落で調査を行った。

海に近い低地の集落は大きな被害を受けており、かつての姿を詳細に調査することは難しい。しかし、明治および昭和の津波被害を受けた後、全戸あるいは一部、高台に居住地を移している集落も見られ、高台の居住地と海辺の居住地が混在しているエリアが少なくない。過去における津波被害後、高台への全

戸あるいは一部移転、更にその後の低地への戻りや新規居住といった動きが各 エリアに生じており、その結果が今回の大津波前の居住状況を形成していた。 それらの集落を見ていくと、仮説的ではあるが以下のような点に気づかされた。 ①津波の記録が残されている。

震災後、宮古市姉吉地区では昭和8年の大津波被害の後に設置された石碑の碑文に記された「此処(ここ)より下に家を建てるな」との教えを守り、今回の被害を免れた地区として報道された(写真-2)。多くの集落において、こうした明治39年、昭和8年の津波の到達点には石碑が建てられており、地域の記憶、記録として残されている。

また地域の記憶はこうした記録に残されているだけでなく、以下に述べるような土地利用そのものにも刻まれていると言える。

②神社や墓地はあまり被害を受けていない。

集落を巡る中で、神社や墓地が大きな被害を受けず、残っている点にも気づかされる。神社は基本的に集落の高台に鎮座していることから当然ではあるが、神社入口の鳥居近くまで津波被害が及んでいるケースも少なくな



写真-2:石碑に刻まれた地域の 記憶と先人の教え(宮古市姉 吉:伊藤弘撮影)

い。かつては集落のシンボルとして人々が集まる場所であり、災害時には避難 地あるいは避難の目印として機能していた可能性をうかがわせる。

そして多くの集落において、神社は居住地と海(漁場)、そして農地を見晴らせる位置に立地(鎮座)しており、神社の存在と位置が集落において非常に重要な位置づけであったことをうかがわせ、コミュニティの拠点の立地は復興に際してもポイントの一つであると言える。

③「番屋」が重要な構成要素の一つである。

また、この地域を調査していると「番屋」という言葉を耳にする。番屋とはこの地域では漁師の作業小屋、漁具の納屋として使用されていた海辺の簡素な建物である。したがって津波によって多くが流されてしまっているが、資料調査、ヒアリング調査によると、少なくとも以前は番屋の建物集積がかなり大きかったことがうかがわれる。宮古市の重茂では「ながや(長屋?)」といった表現も聞かれた。現在のところ宮古市での海辺の集落を調査しただけであるが、北部の田野畑村にも震災前までは同様に番屋群の集積があって、これを地域振興に活用する計画が進んでいたことの他、南三陸、気仙沼等、各地で番屋が存在していたことが知られている。三陸海岸の海辺の集落では、概ね番屋の集積が大きい傾向にあったと考えている。

そして、海辺の番屋群の集積が大きかったということから、以前より、高地ないしは海から離れた安全な場所に住まいを構え、漁業等に関わる作業は海に隣接する浜で行うという生活パターンが形成されていたということをうかがわせる(図-1)。

④高台居住地からは概ね海を見ることができる。

これまでも述べてきたように、この地域では隆起あるいは沈降地形(宮古市が境界)ということと、過去に大きな津波被害を受けていたことが相まって、高台に居住地が展開するところも少なくない。海辺ではなく高台に展開した集落に漁具や収穫物(コンブ等)が見られる様は、何やら違和感を覚える不思議な風景である。

そして、高台に居住地を移した地区を訪れると、多くの地区から海を見ることができる。集落内の幹線路や、中には各戸の住宅周りにある作業スペースから見える地区もある。離れて住まうにしても、日々「海」の様子を見ながら暮らしていたことが分かる(図-2)。

## 3. 地域づくりにおける農学的視点:地域個性

海から集落 (居住地) までの距離があ

る程度離れている点が、この地域の大きな特徴の一つではないかと考えている。各地の海辺の漁村集落では、海との距離が近い事例が少なくない。「舟屋」で有名な京都府伊根町のように家屋と作業場が一体化し、海と隣接するケースもある(写真-3)。まだまだ仮説的な段階であるが、隆起・沈降地形という地形条件、そして津波をはじめとする災害の経験から、海との距離をある程度保つ暮らし方、そしてそれを補うための住まいにおける視覚的なつながり、そして浜辺に作られる番屋群の風景が、この地域の特徴的な風景なのではないか。



図-1:以前から高台での居住地が展 開していた(宮古市重茂:小野良平 作成)



図-2:「海(漁場)」の見えと緩傾 斜という条件を満たすエリア(濃い 色ほど海が広く見渡せる)。居住地 や幹線路と重なっていることが見て 取れる(宮古市重茂:小野良平作成)



写真-3:「舟屋」に象徴される海との距離 が極めて近い住まい方(京都府伊根村:撮 影柚木真)

率的かつ安価に整備することが目指された結果といえる。一方、農学が培ってきたアプローチは、むしろ土地の条件に応じて最適で個性的なものを生み出すという考え方であり、工学的な均質性、効率性を指向する考え方とは異なっていると考えられる。

近年では地域づくりにおいても「個性」が重視されるようになっており、地域の自然や歴史と結びついた風景や生活様式の重要性が認識されるようになってきた。各地の風景のきめ細やかさや多様さこそがわが国の特徴である。各地域において、自然との共生を通して醸成された個性的な風景とともにそれを支える地域ならではの生活文化と豊かな暮らしを再認識し、今日的な社会・生活状況に合わせて再構築することが重要な課題であると考えている。

以上述べてきたように、地域の中で共有してきた、自然と共生する風景を基軸として地域づくりを進めることが、人と環境とのコミュニケーションを深めるとともに、地域コミュニティの絆を深めるうえで非常に重要である。今後、農学から強く発信していくべき考え方であると考えている。

## プロフィール

## L も t ら あ き お 下村 彰男

## 所 属

森林科学専攻 森林風致計画学研究室

## 略 歴

1982年 東京大学大学院農学系研究科林学専門課程修了(農学博士)

1982 年 株式会社ラック計画研究所

1986年 東京大学農学部 助手

1993年 東京大学農学部 助教授

2001年 東京大学大学院農学生命科学研究科 教授

## 主な研究活動

エコツーリズムを活用した新たな地域の運営・管理システムのあり方について検討している。今日、「地域」の生活や自然環境を支えてきた旧来の社会システムが変革を迫られている。各地域の個性的なランドスケープを保全・管理・創出することと、地域における経済循環とを結びつける手立てとして、エコツーリズムが有効な手がかりを与えてくれるものと期待し、調査、研究、実践を試みている。

#### 主な著書

- (1)下村彰男 森林風景の計画設計と地域づくり 『森林風景計画学』 地球社:75-113,2008
- (2)下村彰男 日本における風景認識の変遷-近代における自然の風景の 発見と価値づけ 『都市美』 学芸出版社:216-233, 2005
- (3) 下村彰男 生活者にとっての森林環境 ふれあい活動と風景 『人と森の環境学』 東京大学出版会:31-55,2004
- (4) 下村彰男 風致・景観は目指すべきものでしょうか 森林技術 No.809 (2009 年 8 月号), 30-33, 2009
- (5) 下村彰男 生物多様性を社会に浸透させる手段としての エコツーリズムの活用 自治フォーラム Vol.604-1:21-25, 2009
- (6) 下村彰男 土地の記憶としての風景 (ランドスケープ)(連載 ランドスケープ・ダイバシティ:森林の風景から地域を考える)LANDSCAPE DESIGN No.73: 86-89, 2010
- (7) 下村彰男 伝統の森林風景
  - (連載 ランドスケープ・ダイバシティ:森林の風景から地域を考える)LANDSCAPE DESIGN No.74, 86-89, 2010

## Memo

## ヒトと動物のインフルエンザ

## : その制御に向けた未来展望

獣医学専攻 准教授 堀本泰介

## 1. インフルエンザとは?

インフルエンザは "風邪 "ではない。風邪とは、寒気、微熱、鼻汁、鼻づまり、咳、咽頭痛程度の症状を表す上気道感染症のことで、病原体のほとんどはインフルエンザ以外のウイルスである。年間を通して様々なウイルスが流行・伝播するため、それらの特性に伴い「夏風邪」や「鼻風邪」、「のどの風邪」などと呼ばれる。年間に何度か風邪を引く人もいるが、重症化することなく、内服薬(去痰剤、鎮咳剤、解熱鎮痛剤など)や休息と栄養、水分摂取により数日で回復する。

一方、インフルエンザはインフルエンザウイルス(写真1)の 感染による。ヒトでは、H1N1 (2009 新型由来)、H3N2 (香港型) という2種類のA型ウイルスと、B型ウイルスの3種類が流行す る。インフルエンザウイルスにはC型もあるが、風邪程度の症状 のみで重症化しないため、インフルエンザといえばA型、B型の みを指す。感染力が強いため、職場、学校などでは短期間で流行 が拡大する。インフルエンザでは、上気道症状(咳嗽やのどの痛

写真1:A型インフルエ ンザウイルスの電子顕 微鏡像

み)に先行して急激な発熱が見られる。また、風邪とは異なり関節痛や筋肉痛、倦怠感など全身性の症状が強く、大人でも寝込むことになる。さらに、胃腸炎症状が急激に進行するとともに、気管支炎や肺炎などの合併症により重篤化する場合もある。現在、インフルエンザが疑われれば、のどのぬぐい液や鼻水を使った迅速診断法が医療機関で行われ、陽性の場合にはタミフル®、リレンザ®といった特効薬が処方される。ただし、投与が遅れるとその効果は低くなる。

インフルエンザの予防は、日々の生活リズム(食事、睡眠)を整えることや、帰宅後のうがい、手洗いの励行がもっとも重要である。加えて、インフルエンザワクチンの接種も推奨される。ワクチンは、H1N1、H3N2、B型ウイルスすべての感染に有効であるが、接種しても免疫の程度によっては病気になる人もいる。しかしその場合でも症状は軽くて済む。

## 2. インフルエンザウイルスと流行メカニズム

インフルエンザウイルスはA型からC型に分類され、それぞれ遺伝子構造やタンパク質構造が異なる。A型とB型ウイルスが季節性インフルエンザとして毎年流行する。他の型とは異なり、A型ウイルスは多くの動物に感染し主に呼吸器疾患を引き起こす(図1)。A型ウイルスの自然宿主はカモなどの水禽類である。つまり、鳥インフルエンザウイルスが全てのA型ウイルスの起源であり、何らかの経緯でヒトに感染するようになり、ヒト社会に定着したのがヒトインフルエンザウイルスである。また、A型ウイルスのみが世界的大流行(パンデミック)を引き起こす。

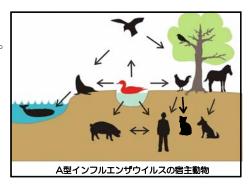


図1: A型インフルエンザウイルスの宿主動物 全ての A 型ウイルスは水禽と共存する鳥ウイ ルスが起源である。

A型ウイルスは表面にある糖タンパク質(赤血球凝集素: HAとノイラミニダーゼ: NA) の抗原性(免疫学的性質)により亜型に分類される。HAには16、NAには9の亜型があり、その組み合わせでH5N1ウイルスのように呼ぶ。ただし、同じ亜型であっても抗原性が大きく異なる場合もある。例えば、ブタ由来の新型H1N1ウイルスはそれまでヒトで流行していたソ連型のH1N1ウイルスとはずいぶん抗原性が異なっている。それが、2009年にパンデミックが発生した原因である。両ウイルス間に見られる抗原性の違いは、宿主動物の違い(この場合ブタとヒト)によりウイルスの進化(変異)速度が異なるために生じる。

鳥ウイルスがヒトを含め哺乳動物に感染することはまれである。これはウイルスの細胞への侵入口(細胞レセプター)の違いやウイルスの細胞内での複製に関与する宿主因子に種特異的な違いがあるためである。しかし、哺乳類の中でもブタは例外である。ブタの呼吸器上皮細胞には鳥ウイルスとヒトウイルス両方に対する細胞レセプターが豊

富に存在し、両ウイルスが容易に感染する。 そのため、仮に二種類のウイルスが同時に感染すると、細胞の中で遺伝子が混ざり合い(遺伝子交雑という)、新しいウイルスが誕生する。こういった遺伝子交雑ウイルスにより過去のパンデミック(1957年アジア風邪と1968年香港風邪)は発生した。また、1918年のスペイン風邪パンデミックも、鳥ウイルスがブタに感染し、哺乳動物へ馴化した後、ヒトに感染したものであるとされる。2009年に出現した新型H1N1パンデミックウイルスもブタウイ

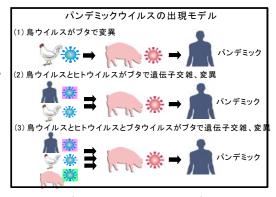


図2:パンデミックウイルスの出現モデル ブタが中間宿主としてウイルス変異あるいは遺伝 子再集合の場となる。

ルス由来である。ブタはパンデミックウイルスの誕生に欠かせない中間宿主である可能 性が高い(図2)。

まとめると、インフルエンザウイルスの自然宿主である鳥と家畜であるブタが存在する限り、ヒト社会に侵入しうる新たなインフルエンザウイルスの誕生を防ぐことはできない。残念ながらインフルエンザの撲滅は不可能であろう。

#### 3. 動物のインフルエンザ

インフルエンザはヒトや鳥に限らず他の動物にも見られる感染症である。例えば、産業動物であるブタやウマに広がれば、時に甚大な経済的被害が発生する。一方、イヌやネコなどの家庭動物にインフルエンザが流行したという話は聞かない。しかしそれはイヌやネコにはウイルスに対する感受性がないためではなく、これらの動物に対する病原性の弱さ、あるいは産業動物と異なり各家庭で個別飼育されている理由で他の個体への伝播機会が低く感染が表面化しないためである。例えば、最近報告されたウマインフルエンザウイルスのイヌへの伝播は、集団飼育されているレース大への感染拡大によりその事実が明らかになり、また H5N1 高病原性鳥ウイルスのネコ科動物への感受性の高さも動物園のトラでの集団感染により表面化した。つまり、条件が揃えば、家庭動物においてもインフルエンザが流行し問題となる可能性はある。

上で述べたように鳥ウイルスがヒトに感染するようなるためには、あらかじめブタに対する馴化(中間変異)が必要である。しかし、ブタ以外の哺乳動物においても新たなパンデミックウイルスを生み出す潜在能力はある。ヒトと一緒に暮らす家庭動物のみならず、接触機会があれば野生動物にもその可能性はある。動物のインフルエンザについてまとめてみたい。

ブタインフルエンザは急性の呼吸器感染症であり、わが国でも散発的な発生があるが、他の病原体の二次感染を伴わない限り重症化することはない。ヒトのスペイン風邪が発生した当時、同じウイルスによるブタの呼吸器疾患の流行があった。この古典的ブタH1N1ウイルスは現在でも世界中で分離される。一方、ヨーロッパではヒトH3N2ウイルスと鳥ウイルスの遺伝子交雑体が、北米ではブタ、鳥、ヒトウイルスの遺伝子交雑体がブタで流行している。日本では古典的ブタH1N1ウイルスとヒトH3N2ウイルスが遺伝子交雑したH1N2ウイルスが分離されている。2009年メキシコに出現したパンデミックウイルスはさらに複雑であり、北米の遺伝子交雑ブタウイルスとヨーロッパの鳥由来ブタウイルスの遺伝子交雑体である。このウイルスがいつ、どこで、どのような経緯で誕生したのかは不明である。

ウマインフルエンザは発熱を伴う急性の呼吸器疾患である。諸外国において古くから知られる疾患であり、1956年にH7N7ウイルスが、1963年にH3N8ウイルスがそれぞれ分離された。後者は今なお世界中で流行している。日本で初めてのウマインフルエンザは1971年である。関東地方の競走馬に蔓延した後、全国に拡大し、多くのレースが

取り止めになった。その後、ワクチンが導入されしばらく流行はなかったものの、2007年になってJRAの美浦、栗東トレセンで多数の感染馬が確認された。いずれもウマH3N8ウイルスによる感染であった。その後、競走馬の移動制限むなしく感染は全国に拡大し、2カ月以上にわたり多くの競馬開催が取り止めになった。

イヌインフルエンザの最初の発生は 2004 年である。フロリダのドッグレース用グレイハウンド 22 頭が高熱や咳といった呼吸器疾患に陥った。そのうち 8 頭には肺や胸腔内に重度の出血がみられ、気管炎や気管支肺炎により急死した。イヌに感染した H3N8ウイルスはウマから伝播したものだった。わずかな変異によりイヌに感染する能力を獲得したと考えられる。このウイルスはイヌからイヌへと容易に伝播し、その後一般の家庭犬においても多くの感染が報告されている。2007年、韓国のペット犬で呼吸器症状の集団発生があり H3N2 ウイルスが分離された。鳥由来のウイルスが感染源であった。ウイルスが混入した鳥の加工餌でイヌが感染し、診察した動物病院で他の個体に感染拡大した。

過去に、アザラシやクジラなど海生哺乳動物の A 型インフルエンザウイルス感染も報告されている。水鳥からの伝播である。また 1999 年、北海沿岸の呼吸器症状のあるアザラシ群から B 型ウイルスが分離された。数年前にヒトで流行した B 型ウイルスがアザラシの社会に侵入したと考えられる。1984 年、スウェーデンのミンク農場で H10N4 鳥ウイルスの集団感染があった。100%の発病率で 3%の動物が死亡した。

## 4. 高病原性 H5N1 鳥インフルエンザウイルスの哺乳動物への感染

1997 年香港で、高病原性 H5N1 鳥ウイルスのヒト感染死亡例が報告されて以降、その 感染に終息がみられない。特に、インドネシア、エジプト、ベトナム、中国では、感染 個体の摘発を困難にするワクチンの使用により家禽を含む鳥社会へウイルスは定着し、 ヒトへの感染も報告されている。したがって、わが国を含め周辺国への渡り鳥を介した ウイルス侵入を防ぐことは今後とも困難である。幸い H5N1 パンデミックには至ってい ないが、今後もその保障はない。2009 パンデミックの発生事実もあり、パンデミック ウイルス出現の母体となりうるブタの感染状況の監視が重要である。一方、H5N1 ウイ ルスが感染する伴侶動物や野生動物が、パンデミックウイルスを作り出す可能性もある。 2003 年以降、タイの動物園においてトラやヒョウなどへの H5N1 ウイルスの集団感染 があった。また飼いネコにもウイルスは感染した。ウイルスが混入した鳥を餌にしたこ とによる。ネコ科の動物は H5N1 鳥ウイルスに感染し易く、全身性の症状から致死的に 経過する。増殖する間にウイルスが変異し、ヒトへの感染性を獲得する可能性がある。 ネコ科の動物以外でも、イヌ、タヌキ、テン、ミンクなどの感染が報告されている。 また重要なことに、インドネシアの養豚場のブタからも H5N1 ウイルスは分離されてい る。鳥が入りこめる飼育形態であり、感染鳥からの感染およびブタからブタへの水平感 染も疑われる。問題は、ブタは感染しても症状を出すことなくウイルスを排出している

点である。他への感染源になるのみならず、飼い主に気づかれないため淘汰の対象から 逃れ、変異ウイルス出現の温床になる可能性がある。

## 5. 国内の野生アライグマにおける高病原性 H5N1 鳥ウイルスの感染

アライグマは、わが国で急速に野生化が進み、野鳥、畜産業、ヒトと頻繁に接触する 有害鳥獣である(写真 2)。わが国の野生のアライグマが高病原性 H5N1 鳥ウイルスに感

染していた可能性を調査した結果、2005 年以降に捕獲されたアライグマ約1,000頭の血清検体中10検体からH5N1 特異抗体を検出した。アライグマの食性・行動性から、人知れず感染死した渡り鳥(あるいは留鳥)の捕食により感染した可能性があるが、低い陽性検出率からアライグマ社会にはウイルスの定着はないと考えられる。しかし、養鶏場への感染源になる可能性から、アライグマを含め野生動物の侵入防止対策を強化すべきある。



写真2: アライグマは有害外来生物であり、ほぼ全国に生息する。

## 6. 国内のペット犬におけるインフルエンザウイルスの感染

わが国では、ペット犬にインフルエンザが流行し問題となったことはない。しかし、アメリカの H3N8 ウイルス、韓国の H3N2 ウイルスなど、イヌインフルエンザが感染拡大している事実から、国内のペット犬における感染の有無を調査した。2009-10 年に山口県および神奈川県の動物医療センターに各種疾患のため来院した 162 頭から採取した血清 300 検体中の 5 検体 (4 頭) からパンデミック H1N1 ウイルスに対する特異抗体が、2 検体 (1 頭) から季節性 H3N2 ウイルスに対する特異抗体がみつかった。したがって、ヒトのインフルエンザウイルスはペット犬に感染すると考えてよい。飼い主からの感染であると推測される。一方、イヌ H3N8、鳥 H3N2、高病原性 H5N1 ウイルスに対する抗体は全て陰性であった。

#### 7. インフルエンザの制御

インフルエンザの制圧には抗ウイルス薬と予防ワクチンが用いられる。しかし、数年前にタミフル耐性ウイルスが流行したように、薬剤耐性ウイルスは必ず現れる。したがって、有効なワクチンの開発が将来のインフルエンザ制御の鍵を握る。

現行インフルエンザワクチンの有効性は必ずしも高くない。それはワクチン自体が悪いのではなく、ウイルスが頻繁な抗原変異を伴うからである。全ての型(亜型)に有効なワクチン開発を目指し研究が進められているが、理論的には困難である。したがって、今のワクチン開発は流行ウイルスに対応するワクチンをいかに迅速に用意するかという方向性である。現在のワクチンは鶏の発育鶏卵を

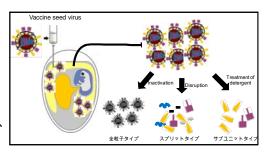


図3:現行インフルエンザワクチン 発育鶏卵を製造基材とする3タイプの不活化ワク チンが世界で用いられている。

製造基材とする(図3)。ワクチン製造株を WHO が毎年決定してから、製剤が出来上がるまで半年近くを要する。仮に H5N1 パンデミックが発生しても、私たちの元にはなかなかワクチンは届かない。その間にも感染はどんどん広がって行く。その改善策として私たちは発育鶏卵で効率よく増殖する H5N1 ワクチンウイルスの作製に成功した。これによりワクチン供給までの時間を短縮することができる。

一方、ワクチン製造基材として、供給が不安定な発育鶏卵から細胞培養に変更しようという研究が進められており、外国では一部実用化されている。細胞培養を基材とするワクチン製造への移行により、供給までの時間が短縮される。問題点は、発育鶏卵と比較し培養細胞においてはワクチンウイルスの増殖性が悪いという点である。私たちは、ワクチン製造が認められている培養細胞(MDCK 細胞および VERO 細胞)において増殖性の高いワクチンウイルスの作製に成功した(図4)。これらの研究成果について紹介させて頂きたい。

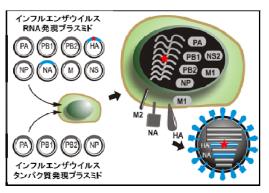


図4:インフルエンザウイルスのリバースジェネティクス法

ウイルス遺伝子とタンパク質を合成するプラスミドを同時に細胞に導入すると感染性ウイルスが生産される。増殖性に優れる任意のワクチンウイルスを開発することが可能である。

#### 8. おわりに

インフルエンザウイルスは、鳥類、哺乳類などほとんど全ての動物に感染する。過去の報告では、ヘビやワニなどの爬虫類、カエルなどの両生類からもウイルス抗体や遺伝子がみつかっている。しかし、感染が広がり、その動物種に病原体として定着するには、多頭数伝播によるウイルスの維持が必要である。つまり、群生活(飼育)を行わない野生動物などに感染したとしても、感染鎖の欠如から特に問題になることはない。しかし、たとえその確率が低いとしても、全ての哺乳動物にはパンデミックに繋がる変異ウイルスを生み出す潜在性がある。

特に、ヒトと同居する家庭動物、ヒトと接触機会のある野生動物に関しては、注意深い監視が必要であろう。

一方、このように様々な動物に感染するウイルスを地球上から根絶するのは不可能である。少なくとも、ヒト社会にウイルスが流行するのを防ぐ研究、例えば耐性ウイルスの出にくい薬剤の開発やより有効で安定に供給できるワクチン開発などを続けていくことは必要であろうが、それに加えて、ヒトのインフルエンザの作製容器となる動物のインフルエンザを制御しないかぎりインフルエンザの制圧はできないことを認識し、研究を進めていく必要がある。

## プロフィール

## ほりもと たいすけ 堀本 泰介

## 所 属

獣医学専攻 獣医微生物学研究室

## 略 歴

1986年 東京大学農学部畜産獣医学科(農学士)

1988年 東京大学大学院農学系獣医学専攻(農学修士/獣医師)

1991年 東京大学大学院農学系獣医学専攻・日本学術振興会研究員(農学博士)

1992年 日本学術振興会海外特別研究員 (米国聖ジュード小児研究病院)

1995年 国立予防衛生研究所 (現感染症研究所) 研究員

1997年 大阪府立大学農学部 助教授

2000年 東京大学医科学研究所 助教授/准教授

2010年 東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授

## 主な研究活動

動物インフルエンザについての疫学研究

鳥インフルエンザウイルスの人への感染メカニズムの解明

新規インフルエンザワクチンの開発

口蹄疫代替ウイルスについての基礎研究

#### 主な著書

- (1) 堀本泰介 2010. 新型インフルエンザ: かかっても慌てない知的対処術. 飛 鳥新社
- (2) Itoh Y, et al.: In vitro and in vivo characterization of new swine-origin H1N1 influenza viruses. Nature 460(7258):1021-1025, 2009
- (3) Song J-H, et al.: Sublingual vaccination with influenza virus protects mice against lethal viral infection. Proc Natl Acad Sci USA 105(5):1644-1649, 2008
- (4) Yamada S, et al.: Haemagglutinin mutations responsible for the binding of H5N1 influenza A viruses to human-type receptors. Nature 444:378-382, 2006
- (5) Le QM, et al.: A drug-resistant H5N1 flu virus. Nature 437(7062): 1108, 2005
- (6) Horimoto T, Kawaoka Y. Influenza: lessons from past pandemics, warnings from current incidents. Nature Rev Microbiol 3: 591-600, 2005

## Memo

## く司 会 進 行>

生産・環境生物学専攻

准教授 岩田 洋佳

## プロフィール

## いわた ひろよし 岩田 洋佳

## 所 属

生産・環境生物学専攻 生物測定学研究室

## 略 歴

1998年 東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了(農学博士)

1998年 東京大学 農学研究員

1999年 森林総合研究所 科学技術特別研究員

2002年 森林総合研究所 生研機構派遣研究員

2002年 農業技術研究機構中央農業総合研究センター

若手育成型任期付任用研究員

2005年 農業・生物系特定産業技術研究機構中央農業総合研究センター

主任研究官

2006年 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター

主任研究官

2010年 東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授

## 主な研究活動

ゲノム、遺伝子発現・ネットワーク、栽培環境データ、画像データなど、作物に関する多様で大量な情報(Information)から、作物の遺伝的改良や栽培技術の向上に結びつけられるような「知(Knowledge)」を引き出すための手法研究を行っています。

## 主な著書

- (1) Jannink JL, Lorenz AJ, Iwata H (2010) Genomic selection in plant breeding: From theory to practice. Brief. Funct. Genomic. Proteomic. 9: 166-177
- (2) Iwata H, Jannink JL (2011) Accuracy of genomic selection prediction in barley breeding programs: a simulation study based on the real SNP data of barley breeding lines. Crop Science 51: 1915-1927
- (3) Iwata H, Hayashi T, Tsumura Y (2011) Prospects for genomic selection in conifer breeding: a simulation study of Cryptomeria japonica.

  Tree Genetics and Genomes 7: 747-758