

東京大学農学部公開セミナー

第 31 回

農学の未来

(講演要旨集)

立ち上がる農山漁村

農学国際専攻

教授

林

良博

動物医療研究が臨床医学の先端を切り拓く

獣医学専攻

教授

佐々木 伸雄

木質バイオマス完全利用の可能性

生物材料科学専攻

教授

鮫島

正浩

パネルディスカッション 農学の未来

日	時	2006年11月18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

立ち上がる農山漁村	1
-----------------	---

農学国際専攻 教授 林 良博

長い歴史のなかで形成・維持されてきた農地、疏水、景観、伝承文化など多様な「ふるさと資源」を有する農山漁村は、過去 30 年間で 600 万人以上を失い、耕作放棄地の増加や疏水の維持困難など、いま疲弊の極にある。平成 16 年度から内閣府に設置された「立ち上がる農山漁村」は、自から「立ち上がろう」とする民の活力を重視するものであり、過去二年間の優れた事例を紹介し、今後の農山漁村の活性のためにいま何が必要かを考察する。

動物医療研究が臨床医学の先端を切り拓く	6
---------------------------	---

獣医学専攻 教授 佐々木 伸雄

犬や猫などの小動物の飼育頭数は急激に増加し、そこで求められる獣医療もより高度化しています。これらの動物の病気は人間の病気と類似しており、それらに対する研究も共通するものが多くあります。獣医療は医学を教科書として発展してきましたが、今後は、獣医療の研究を医学に反映する、いわば獣医療からの医学への貢献がますます増大するものと思われ、その可能性について話したいと思います。

木質バイオマス完全利用の可能性	12
-----------------------	----

生物材料科学専攻 教授 鮫島 正浩

森林から得られる木質バイオマスの完全利用をめざすスウェーデンの取り組みを学ぶことで、我が国が取るべき森林資源および木質バイオマス利用に対する指針が得られます。また、木材の主たる分解者であるキノコの生物機能を利用することで、木質バイオマス完全利用のための新たなシナリオを描くことができます。一見かけ離れている視点の組み合わせが、木質バイオマス完全利用への可能性を拓くと考えています。

パネルディスカッション 農学の未来	18
-------------------------	----

立ち上がる農山漁村

農学国際専攻 教授 林 良 博

1. ふるさと資源を提供する農山漁村

農地、農業用水、農村景観、伝承文化など多様な「ふるさと資源」は、長い歴史のなかで形成・維持されてきたもので、動かすことのできない、あるいは他の場所では意味を失うなどの特徴をもっている。ふるさと資源は、ふるさとに住む人びとだけでなく国民全体の社会的共通資本であるが、いったん崩壊すると復元に多大な時間と経費を要する。

ふるさと資源は、「食」と「農」を支える重要な役割を担っているだけでなく、田園的自然を形成し、生態系の保全、景観の形成、健全な水・物質循環の形成、国土の保全など、多様な役割を果たしている。しかし今日の農山漁村をみたとき、はたしてこれらの資源が健全に保全されているといえるであろうか？

近年、農村のもつ豊かな自然環境や美しい田園風景に関心が高まり、多くの国民が農村を訪れたいと考えているなど、農山漁村の魅力が再評価されつつあることは事実である。またBSEや高病原性鳥インフルエンザなどの発生を契機に、食の安全安心に対する国民意識が急速に高まっていることも事実である。しかし過去30年間で600万人以上が人口減少した農山漁村は疲弊し、耕作放棄地が増加するとともに、日本列島に張り巡らされた40万キロの農業用水の保守管理も崩壊寸前のところまできている。農村の景観や伝承文化は、農地や農業用水のような基盤資源が健全であってこそ豊かに保全されることを考えるならば、いま農山漁村が立ち上がらないと取り返しのつかない事態を招くことになるであろう。

自然の脅威に慄いてきた農民がもっとも望んでいたもの。それは安全な農作業であり、安定した収穫であった。近代科学・技術は、宮沢賢治が詠んだ「ヒデリノトキハナミダヲナガシ」たような状況から農民を解放した。米作農民が抱いていた「白米を腹いっぱい食べたい」という悲劇的な望みを過去のものにした。わたしたちは、農民が口減らしのために赤子を間引きしたり、娘を身売りしたりするような時代に戻りたいとは決して思わない。

しかし一方で、わたしたちは二十世紀後半の50年間に多くのものを失ってしまった。こんなにあっさりと棄てることができたのだろうか、今更ながら愕然とするほど、多くのものを棄て去ってしまった。第二次世界大戦で徴用された何十万頭もの馬たちは一頭たりとも帰国することはなかったが、それでも敗戦直後の日本には百万頭の馬が残されていた。それがいまや競走

馬を主体とした十萬頭程度までに激減してしまった。

馬や牛と一緒に暮らすことのない農夫は、仕事を終えたあとに彼らを水浴させる場を必要としない。子どもたちもまた、川辺で遊ぶことがなくなった。メダカにつけられた五千もの和名は、おそらくその数に匹敵するだけのメダカ遊びを各地の子どもたちが知っていたこと、またそれらの遊びの場が無数に存在していたことをわたしたちに語っている。ひとつひとつ思い起こせばきりがなく多くのものを、わずか 40 - 50 年の間に失ってしまったわたしたちは、この間、はたして正常な魂を持ち続けてきたかどうか疑わしいものがある。

このように疲弊し、痩せ細った農山漁村を活性化するためには、国や地方自治体が繊細で多様な施策を推進する必要があるが、一方で、農山漁村だけでなく都市の住民をも巻き込んだ日常的な活動をこれまで以上に活性化させることが重要である。

2 . 食料自給率向上からみた農山漁村

いうまでもなく農山漁村は食糧生産の場であり、食料供給の 60% を海外に依存している日本にとって、その場が疲弊している状況を看過できない。多くの先進諸国がカロリーベースの食料自給率を 100% 以上に保っているのに比較して、日本の自給率の低さは際立っている。これは、将来の食料安全保障の観点からも重大な問題である。

東大農学部においても何度か講演を行ったことのあるレスター・ブラウン博士は、急速な工業化が始まる時点で人口がすでに過密状態にある国では、所得の上昇に伴う穀物消費量の拡大（肉食率の高まり）、穀物を作付ける耕地面積の減少と穀物生産量の減少がおこるといふ。それを彼は「ジャパン・シンドローム」と呼んだ。日本、韓国、台湾につづき、今まさに中国がそうなりつつある。

人口が日本の 10 倍以上もある中国が本格的な「ジャパン・シンドローム」に陥ると、世界の食料事情に与えるインパクトは計り知れない。お金さえあれば世界の食料を独占的に買い漁ることができるという状況は、これまでの倫理問題の観点からだけでなく、たとえ倫理的問題がなかろうとも実態として許されなくなってきた。

とすれば、40% に落ち込んだ食料自給率を 1% でも高めるために、休耕田を活用して飼料用作物を栽培するなど、新たな施策を強力に進めることが望まれる。WTO などによる食料輸入増大の圧力は、ブラウン博士が言うように、食料安全保障の観点から撥ねかえすべきであるが、それも農山漁村に活力があつての話であつて、現状のままでは国際捕鯨委員会で半数以上の捕鯨賛成派を獲得したような元気は生まれてこないだろう。

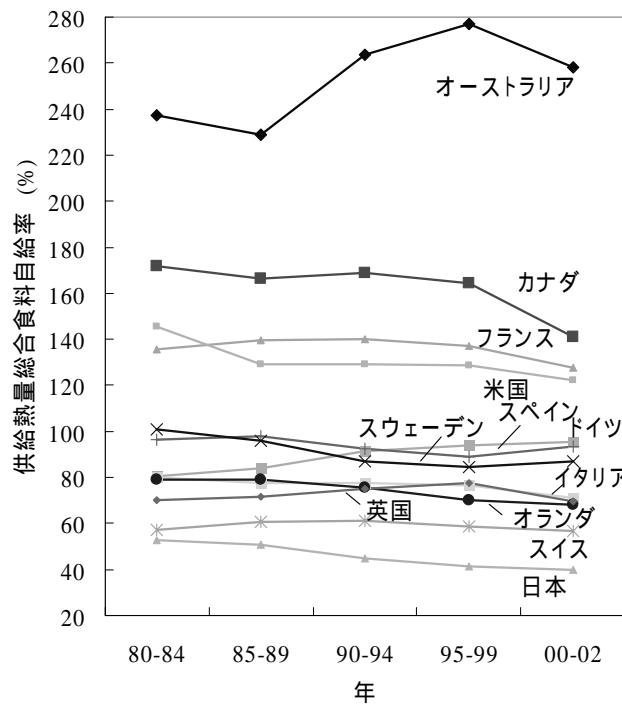
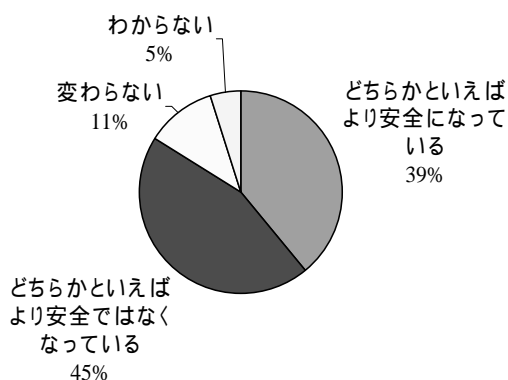


図 1 主要 12 カ国の供給熱量総合食料自給率の推移 (1980-2002、各期間平均)
農林水産省 食料需給表

3. 食の安全性を保障する農山漁村

食品の偽装表示、BSE の発生、高病原性鳥インフルエンザの発生等、食の安全性を脅かす事件が近年国内で頻発している。このような状況を受け、行政による管理・監督が強化され、JAS 法の改正、食品表示に対する監視体制の強化、農薬等が残留する食品の販売等を原則禁止するポジティブリスト制度の施行等が実施されている。しかし依然として、食品は安全ではなくなっていると考える国民の数が、安全になっていると考える国民の数を上回っている。食の安全性に対する国民の不安は払拭されていない。

このような状況の下で、真に国民の要求に応える安全な食料を供給するためには、まず食料の生産現場である農山漁村を活性化させ、地産地消や身土不二を現実のものにする必要がある。幸いなことに、生産者表示が消費者に歓迎されるという状況が定着しつつある。道の駅などでは生産者の名前と顔写真入りの生鮮食品が置かれていることは、こうした傾向を裏付けるものである。しかし現状は、いまだに「安くて新鮮」であることが売り物になっており、「高くて安全で新鮮」であることまで認知されていない。農山漁村が活性化するためには、多くの都市住民が訪れ、ある程度の利潤が農山漁村に還元されることであるが、そのためには更なる工夫が望まれる。



どちらかといえば安全になっている理由	
生産者や食品事業者、行政からの情報提供が増えたから	71%
生産者、食品事業者が、食品安全を保證することを重視するようになったから	67%
どちらかといえば安全ではなくなっている理由	
輸入品や高度に加工された食品など、生産現場の見えない食品が増えたから	88%
自然のままの食品が減り、農薬や食品添加物が多用されているから	70%

図2 食品の安全性に対する国民の意識（有効回答者数 1,541 名）。
農林水産省 安全・安心モニター第1回調査（2005）

4. 立ち上がる農山漁村

これまで述べたような農山漁村の役割を高めるために、平成16年から内閣府に「立ち上がる農山漁村」有識者会議が設置された。この会議は、毎年30件程度、自ら立ち上がろうとするために独創的な活動を行っている民間団体・組織を顕彰することによって、それに続くようとする団体・組織を農山漁村で増やそうとするものである。

安上がりな施策だと言ってしまうえばそれまでだが、従来は「立ち上がらせよう」として上意下達方式で進められることが多かった農林水産行政から、自らが自立的に「立ち上がろう」とする民の活力を重視した施策への転換の一例としては評価に値するものである。本シンポジウムでは、過去二年間の優れた事例を紹介し、今後の農山漁村の活性のためにいま何が必要かを考察する。

プロフィール

はやし よしひろ
林 良博

所 属

農学国際専攻 国際動物資源科学研究室

略 歴

1969年 東京大学農学部畜産獣医学科卒業
1975年 東京大学大学院農学系研究科博士課程修了
1975年 同大学医科学研究所 助手
1984年 同大学医科学研究所 助教授
1987年 同大学農学部 助教授
1990年 同大学農学部 教授
1996年 同大学総合研究博物館長（併任）
1999年 同大学農学部長（併任）
2004年 同大学理事（副学長）
2005年 同大学大学院農学生命科学研究科教授
（財）農学会会長（併任）
2005年 日本学術会議会員
2006年 総合研究博物館長（併任）
（財）山階鳥類研究所副所長（併任）
内閣府「立ち上がる農山漁村」有識者会議座長

主な研究活動

家畜・家禽と野生原種の比較研究
人と動物の関係に関する研究

主な著書

著書は専門書のほかに「ふるさと資源の再発見」、「ヒトと動物」、「検証アニマルセラピー」、「イラストでみる犬学」、「イラストでみる猫学」等。

動物医療研究が臨床医学の先端を切り拓く

獣医学専攻 教授 佐々木 伸雄

1. 獣医学とは

獣医学は何故農学に含まれるか？

戦前の日本の獣医学はひたすら馬学、しかも軍馬に関する分野が主体であった。戦後は畜産振興のもとに、牛、豚、ニワトリの研究が奨励され、それは戦後の家畜の病気の予防、生産効率の上昇に大きく貢献した。この分野は確実に農学そのものであり、誰も疑問を挟まなかった。

現在の獣医学の果たす役割、分野の一つは依然として畜産振興であり、牛などの個体診療に加えて、群管理を農家に指導することが大きな目標となっている。これに加えて、最近本研究科にも設立された[食の安全研究センター]が示すように、食の安全を巡る問題解決にあたる公衆衛生分野が大きな獣医師の役割である。また、野生動物保護の高まりを受けて、野生動物、あるいは環境を視点とした分野も獣医師の果たす役割として期待されているが、残念ながら、学生の希望は多いものの、就職先は少ない。さらには、動物実験に対する批判も多いが、動物の福祉を守ることも獣医師の大きな役割である。

もう一つの重要な分野としては、現在、大学を卒業して獣医師の資格を取得した学生の50%が進む小動物臨床、すなわち家庭で飼育される犬や猫の診療をする分野である。現在の核家族化に伴って、家族は「子がかすがい」の時代から、「ペットはかすがい」の時代に移行しており、日本全国で犬も猫もそれぞれ約1200万頭が飼育されている。これらの動物の治療に当たる小動物医療が大きな獣医学の分野であるが、しかし、これらの分野に所属する獣医師は、農学？という印象を持つ。確かに、この分野では医学と共通する部分が大きく、医学との連携を求める声大きい。

この農学セミナーも様々なテーマが取り上げられているが、私の話しは、その意味で異色であり、農業をベースにはしていない。しかし、農学の扱う分野は非常に広く、逆に獣医学にとってもこのような懐の深い農学分野との共同教育/研究は、学生にとっても貴重である、考えられる。

2. 動物医療センター

このキャンパスにある家畜病院(1月から動物医療センターに改称)を知っている人は案外少ない。ここは二次診療施設であり、一般の開業獣医師の紹介がないと診療を受けられない。年間約4千頭の症例(延べ1.3万頭)が来院するきわめて忙しい病院である。外科に限っていえば、もっとも多い症例は癌



であり、手術症例の約半数を占める。次に多いのが脳脊髄関連の疾患で、これはCTやMRIなどの高度画像診断装置を備えていることとも関連している。これら以外では、手術の困難な骨関節疾患、その他の腹腔、胸腔の疾患などが多い。

3. 人と動物の病気の比較

このような動物を診る我々獣医師からすると、人の病気の多くは犬や猫にもある。例えば、椎間板ヘルニアは人間が二足歩行をしたために生じた、と今でも医師が発言していることを時に耳にするが、今人気のミニチュアダックスフンドにはこの病気が非常に多い。これは何もダックスフンドの胴が長い、ということで起こるのではなく、椎間板という軟骨のクッション機能が先天的に若くして障害されることに起因している。同じようにビーグル犬もこの先天的な異常を持っているが、なぜかヘルニアを起こす部位は頸部で、ダックスフンドのように腰ではない。この理由は明らかでないが、おそらく力学的要因が関与するものと考えられる。人ではほとんどが腰の骨の下部で生じるが、これはおそらく二足歩行の結果かもしれない。この部位には、大型犬で馬尾症候群という病気がある。これは、背骨と骨盤を繋ぐ部分に大きな負荷がかかることから起こる椎間板ヘルニアを含めた疾患群で、人と同様に坐骨神経の障害を示す。

一方、人で発生する癌のほとんどが犬や猫にも見られる。雌犬でもっとも多い癌は乳癌であり、猫でも第3位の発生率である。犬の乳癌では、約半数が悪性であるが、しかし、大きさにもよるが、その多くは手術単独の治療で完治する。一方、猫の乳癌は人以上に悪性度が高く、3 cm以上の癌を持つ症例のほとんどは、手術をしても肺転移によって1年以内に死亡することが多い。このような動物種による差はどこからきているか、獣医腫瘍学の大きなテーマであるが、まだ全く解明されていない。だいたい猫では一般に癌発

生数は犬より少ないが、しかし一旦発生した癌では悪性度の高いものが多い。これが肉食獣の特徴なのか、あるいは猫族にのみ特有なものか、全くわかっていないがきわめて興味深い。

4 . 医学と獣医学

従来、獣医師にとって最新の教科書は医学書であり、今でもまれで珍しい病気にぶつかると医学書がもっとも参考になる。また、獣医学の診断 / 治療手段はほとんど医学のものをそのまま、あるいは若干改造して用いられている。

医学分野の研究にはきわめて広い分野の研究者が参加し、また医者自身の数も多く、研究費も豊富である。これらを背景としてその伸展は急激であり、残念ながら獣医学の規模で医学に追いつくことは容易でない。しかし、獣医学には、比較動物学という大きな財産がある。何故同じような疾患が動物種によって症状が異なるのか、あるいは共通しているのか、という現象はおそらく研究の大きなヒントになるものと思われる。このような、我々の得意分野を背景とした研究が今後の獣医学の発展に大きな貢献を果たすものと考えられる。

一方、獣医学がさらに医学のように細分化されると、これらの共通の疾患に関するお互いの情報交換がさらに広がるものと期待される。実際には、欧米諸国では既に獣医学が細分化され、それぞれの専門分野で医師と獣医師が共同研究を行っている。スポーツ医学では、単に病気が治れば良いのではなく、そのスポーツの一流のレベルに復帰できなければ治療が成功した、とは評価されない。同じことは競馬の世界でも同じである。骨折した競走馬の治療をし、普通に歩ける、走れる、といっても誰も評価はしてくれない。その後、競馬で何勝したか、がもっとも大きな関心事である。獣医学における関節軟骨の再生医療は、医学からの情報を基に、主として馬の世界で試みられているのは、そのような理由からである。

5 . 獣医学から医学へ

今回与えられたテーマである、農学の未来 臨床医学の先端を切り拓く - ということを述べるには、日本の現状を考えるといささか寂しい状況である。しかし、その徴候は現れており、また模索しなければならない。

前述したように、動物と人の病気には多くの共通点がある。獣医学においてもその研究データが蓄積されつつある。これらを共同の場で議論し、研究することがそれぞれの病気の研究には大いに役立つはずである。また、それらを背景として、新しい治療法の開発が期待できる。もし安全性が十分に担保されれば、人に対する新規の治療法を、飼い主の同意を得て動物に応用することができる可能性がある。これは決して症例を実験動物として用いるこ

とではない。人にも動物にも応用可能な新規の治療法の開発である。昨年、我々は悪性の癌の末期症例に対し、十分に副作用も含めて説明を行って同意を得、人でも治験段階にある、p53 という癌抑制遺伝子の導入をこころみた。結果的には10例中1例で効果が見られたのみであったが、その結果がさらに改善に結びつくのである。

食と病気の関係は、今後発展が期待される分野の一つである。多くの犬や猫は決まった餌で飼育されている。そこに、毒性は全くない(味は重要であるが)ある種の食事成分を混ぜ、病気に対してどの程度効果があるか、あるいは予防できるか、という研究であれば、動物にとって負担はない。長期的な研究であり、決して楽な研究ではないが、その結果はすぐに人の医学に外挿できる。

人工材料を用いた新しい移植材料の開発も獣医学が貢献できる分野である。安全性は当然確認されなければならないが、人への応用開始前に犬などの高等動物での有用性が確認されれば、人での実用化にとって大きな助けになる。現在、そのような経緯でスタートした人工骨研究は、既に東大病院での臨床試験がスタートしている。もし、これらが将来市販された場合、当初は動物に応用するためには高価すぎるかもしれないが、必ず動物医療へも応用されるはずであり、飼い主の方にも益が生じる。

6. おわりに

実験動物として広く用いられるマウス、ラットでのデータをそのまま人に用いることはほとんどできない。あまりに動物種差が大きすぎる。新しい技術、薬剤を開発する場合、人への応用前に必ず高等動物での研究を必要とする。もちろん、その必要性、安全性、その他の望ましくない作用を全て確認してからではあるが、動物症例での応用を人への応用前に先駆けることは、飼い主の確実な理解と同意のもとであれば、十分に許されるものと考えている。前述した遺伝子治療は、動物医療センター内に案内のポスターを張り、ボランティアを募る形で実施した。短期間に多くの方から申し出を頂き、実際には全ての症例には応じることができなかつたほどである。飼い主にもそのような研究が、人、動物双方にとっての新しい技術開発につながる、という認識があったと思われる。このような形での新しい研究が伸展すれば、獣医学からの医学への発信が飛躍的に増大するものと期待される。

図 1 コルギー犬の頭蓋骨に発生した骨腫瘍の CT 像

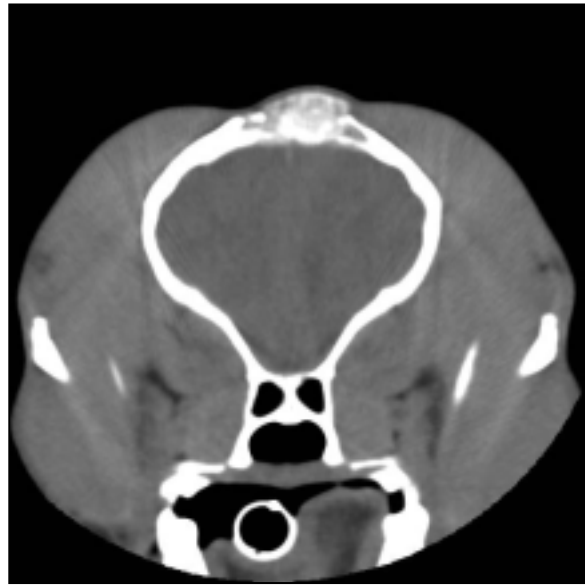


図 2 左から、腫瘍切除後、手術直後、手術 18 週後の CT 像

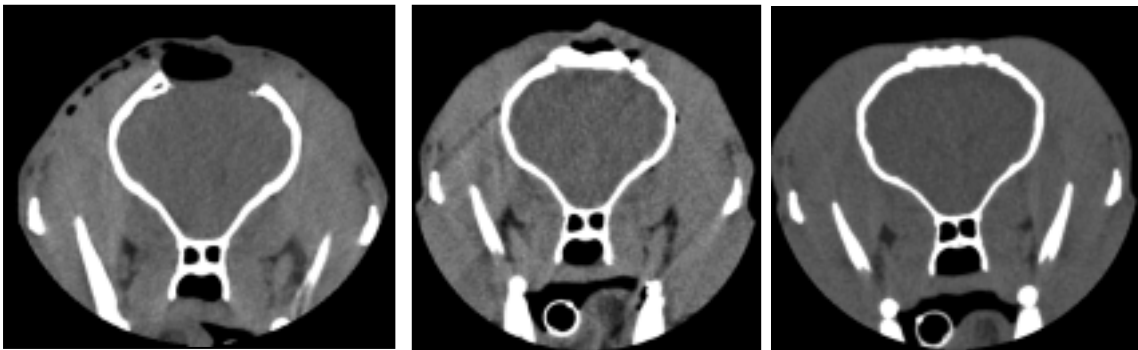


図 3 右は、症例の写真。左はその時の CT 像の 3D 画像



プロフィール

さ さ き のぶ お
佐々木 伸雄

所 属

獣医学専攻 獣医外科学研究室

略 歴

1971年 東京大学農学部畜産獣医学科卒業
1976年 東京大学大学院農学系研究科博士課程修了
1976年 東京大学農学部助手
1984年 東京大学農学部助教授
1993年 東京大学農学部教授

主な研究活動

小動物の腫瘍の転移・浸潤に関する研究
小動物の麻酔・鎮痛法に関する研究
豚膵島細胞を用いた糖尿病の治療に関する研究
リン酸3カルシウムを用いた人工骨の研究

主な著書

Kato, K., Sasaki, N., Matsunaga, S., Mochizuki, M., Nishimura, R., Ogawa, H., Possible association of glaucoma with pectinate ligament dysplasia and narrowing of the iridocorneal angle in Shiba Inu dogs in Japan
Vet. Ophthalmol 9 : 71-75, 2006

Miyajima, N., Watanabe, M., Ohashi, E., Mochizuki, M., Nishimura, R., Ogawa, H., Sugano, S., Sasaki, N., Relationship between Retinoic Acid Receptor Alpha Expression and Growth-Inhibitory Effect of All-Trans Retinoic Acid on Canine Tumor Cells
J. Vet Intern. Med 20 : 348-354, 2006

Uyama, R., Nakagawa, T., Hong, S-H, Mochizuki, M., Nishimura, R., Sasaki, N., Establishment of four pairs of canine mammary tumour cell lines derived from primary and metastatic origin and their E-cadherin expression
Vet. Comp. Oncol 4 : 104-113, 2006

木質バイオマス完全利用の可能性

生物材料科学専攻 教授 鮫島 正浩

1. はじめに

バイオマスは生物資源の量をあらかず概念で、再生可能な生物由来の有機資源で化石資源を除いたものと定義されている。地球上に存在するバイオマスの大部分は森林に蓄積していると言われており、その多くは樹木が生産する木材である。最近、木材を材料資源としてだけでなく、エネルギー資源として再び位置づけることにともなって、木材を木質バイオマスと呼ぶことが多くなってきた。

スウェーデンは木質バイオマス利用において最先進国である。また、驚くべき事に、日本からは遠方の国であり、しかも労賃の高い国であるにもかかわらず、最近の10年間、スウェーデンは日本への木材製品の輸出量を著しく増大させている。このようなことから、スウェーデンが木質バイオマス利用において成功を収めた理由を明らかにすることを目的に、昨年、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の補助金を受けて、スウェーデン調査を行った。その結果に基づき、今後、日本における木質バイオマス完全利用を可能にするための要因を考えてみたい。

2. スウェーデンは日本に比べて森林資源国か

スウェーデンは森林資源の豊富な国と考えられているが、森林面積については日本の森林面積25万km²と大差ない28万km²である。また、年間あたりの森林資源の蓄積増加量も1億m³程度と見なされており日本とスウェーデンの間でこれも大差がない。しかしながら、スウェーデン国内では、日本での木材総需要の90%程度にもおよぶ年間8,300万m³ほどの木材素材が生産されている。これに対して、日本の国産材生産量はスウェーデンの1/5の1,700万m³程度であり、木材総需要の80%以上は輸入に頼っている。このことから、日本にくらべてスウェーデンが必ずしも森林資源を沢山有しているのではなく、むしろそれを有効に利用していることによって「スウェーデンは森林資源国」というステータスを得たと理解できる。

3. 森林からの太いパイプ

スウェーデンでは、森林からの木材の収穫・搬出においてコンピュータ制御機能を備えた大型機械の積極的な導入により、1人の作業員が日当たり30m³の木材を生産することができる。これは、日本で同じ作業を行う場合に

比べて 10 倍も効率が高い。さらに、40 トンの木材を一度に積載することが出来る大型トレーラを利用して伐採現場から木材を製材所まで非常に効率的に運搬している。また、大型トレーラの導入に対応した道路網のインフラ整備が目玉を引く。日本において国産木材の利用を促進するためには、まず森林から木材搬出するためのパイプを太くすることが不可欠と言える。そのためには、日本の地形にあった効率的な木材の収穫および搬出技術の確立が必要であり、種々の林業機械を開発していくこと、さらに収穫した木材を森林から作業道を経て集積所まで搬送できるようなシステムを開発していくことが今後推進すべき課題としてまず考えられる。

4 . 効率化された森林共同組合の存在

スウェーデンの木材産業を支える圧倒的な強みは、森林共同組合が経営する巨大な木材集積地と製材所の存在である。大きなものでは、1カ所で年間あたり 100 万 m³以上の木材を取り扱うことができる。それらの製材所は集積された木材の一部をエネルギー源として利用する巨大な大型乾燥施設を保有しており、これにより品質の安定した乾燥木材をニーズに合わせて多量に供給することができる。また、製材所とパルプ工場、木材加工工場、木質バイオマスエネルギー生産工場などが近接しており、木材を無駄なく完全利用できるシステムが構築されている。このように森林共同組合が、木材産業やパルプ産業、さらにエネルギー産業に対して、それぞれの需給バランスを考慮しながら、多量の木質バイオマスを供給する流通センターとしての役割を果たしている。スウェーデンにあるような巨大な製材所ならば、日本全国に 20 カ所もあれば、現在の国産材生産量に対して十分に対応ができるということになる。日本では森林組合の位置づけの見直しが必要であり、その結果として木材生産により山元と消費者の両方に対して利益を与えられるような組織にならなければならない。また、それを機能化させるためには、スウェーデンと同じような大規模な木材集積地と製材工場を日本も持たなければならない。さらに、製材所のまわりには、木質バイオマス利用の高付加価値化につながるような産業コンプレックスを連携させていくことも必要である。

5 . バイオマスエネルギーの恩恵を受ける市民

スウェーデンの人口 5-10 万人程度の多くの中規模都市では、市民が使用する熱エネルギーは町に隣接する巨大なゴミ処理施設兼エネルギー生産プラントから温水ネットワークとして供給されている。また、電気エネルギーの一部もここで生産されている。このような施設を動かすために、年間当たり数十万トンの木質バイオマスや生活ゴミが半径 100km 以上の地域から搬入されてきている。スウェーデンでは、このようにバイオマスエネルギー利

用を市民生活と一体化させることに成功している。しかし、この温水ネットワークによる地域暖房は、そもそも廃棄物利用や木質バイオマス利用をめざして構築されたものではない。このネットワークが構築された当時の今から20年前は、エネルギー源として重油や石炭などの化石資源を利用していた。また、住民がこのネットワークの利用者となったのは、各家でボイラーを持つよりは温水ネットワークを利用するほうが、経済的で、しかも簡便なことが理由である。その後、エネルギー供給会社は化石資源からバイオマス資源にエネルギー源を移行させた。その結果、20年経った今日、住民の多くは知らぬ間にバイオマスエネルギー利用者になっている。

また、スウェーデンでは、すべてのガソリンにすでに5%のエタノールが添加されているが、スウェーデン人の中にはそのことに気づいていない人も少なくない。このように極めて自然体でバイオマスエネルギー利用への切り替えが進行している。さらに、スウェーデンの北部地区ではエタノールを85%含むE85燃料ですべての車を走らせるために必要な50万klのエタノールを自国の木質バイオマスから生産することをめざしている。

6. 消費者ニーズにマッチングした木材利用

この10年間、スウェーデンをはじめとする西ヨーロッパ諸国が日本に対して年間500万m³も輸出できるようになったが、その理由は日本での消費者ニーズを的確に捉えたことに他ならない。日本では、1990年代になって小径材を貼り合わせて大きな柱材や梁材とする集成材の利用技術の確立とその普及が進んだ。それに続いて、木造住宅の各部材を製材工場で図面に合わせてコンピュータ制御で加工するプレカット技術を日本の木造住宅メーカーも積極的に取り入れるようになった。このような日本の消費者ニーズに対して、品質が揃って狂いの少ない乾燥木材を多量に供給できる体制を整えていたスウェーデンなどの国が日本市場を獲得する結果となった。また、特筆すべきことは、スウェーデンから日本に輸入されている木材は、日本で利用が進まない間伐材のような小径木から得られた木材であるということである。消費者ニーズとのマッチングが日本における国産材利用拡大のためには非常に重要である。

国産材利用を拡大するためには、地産地消のメリットを活かすことを考えることが大事である。木材が地産地消のメリットを活かせないひとつの理由として木材が腐りにくいことがあげられる。そのため、生野菜とは異なり木材の場合は遠方から時間をかけて運んで来ても商品となりうる。木材と同じように保存の利く穀物にも同じようなことが言える。しかしながら、穀物の中でも米はちょっと事情が違うようである。いろいろな理由があると思うが、日本の米には「秋田こまち」のように消費者に受け入れられるブランドがある。日本の木材にも、「秋田杉」とか、「木曽檜」などのブランドがある

が、すでに多くの消費者を引きつけるほどのブランドとはなっていない。「秋田こまち」は最終商品であるが、「秋田杉」は最終商品を作る過程の材料であることがこの差を生み出していると考えている。国産材のブランドを復権させるためには、魅力的な最終商品を開発していく必要がある。国産材の中で、今、ブランドを獲得しつつあるのは、カラマツ材ではないかと私は考えている。以前は狂いが大きく使えない木材としてレッテルを貼られていたカラマツ材であるが、木材としての高い強度や濃い目の色調は魅力的である。カラマツ材の欠点を押さえ、魅力を活かすために開発された集成材という製品が間違いなくカラマツ材に用途とブランドを与えたと考えている。ちなみに、弥生講堂の柱と梁はすべて岩手県産のカラマツ材である。

7. キノコは木質バイオマス利用の救世主となるか

スウェーデンが木質バイオマスの完全利用に対して先進国ではあることについてはすでに十分に説明したが、日本の林業が生み出した誇るべきバイオマス産業がある。それはキノコ産業であり、現在では林業部門全体の総生産額の半分近くを占める年間 2,000 億円以上の収益をあげる産業に成長している。また、巨大なキノコ工場では日産 100 トンものキノコが生産されており、そのために必要な培地重量は約 3-5 倍程度と言われているので、乾燥重量でも 200 トン程度のバイオマスが巨大なキノコ工場で毎日利用されている。キノコ栽培の主要な培地成分はおが屑、米ぬか、ふすま、コーンブランなど農林生産の副産物である。したがって、キノコ産業は農林業生産の中で発生する低付加価値の副産物を利用して高付加価値の製品を作ることに成功したバイオマス産業でもある。ちなみに、木材の原木価格が 10-20 円/kg 程度であるのに対して、キノコの値段は 500-1000 円/kg にもなる。木材からエネルギーを生産しても利益はほとんど上がらないため、木質バイオマスエネルギー利用はそれだけでは産業としては成立しない。したがって、これを成立させるためにはキノコ産業のような収益性の高い他の産業と連携した木材工業団地などの構築が必ず必要である。

キノコを作る菌の多くは木材の分解者であるため、これらを木材腐朽菌と呼んでいる。木材腐朽菌のうち、白色腐朽菌と呼ばれるものは木材を構成する主要な化学成分であるセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンをすべて水と二酸化炭素までに完全分解することができる。白色腐朽菌は木材成分を分解するために必要な生体触媒である酵素をすべて菌体外に分泌していることから、これらの菌体外酵素を取りだし、必要なものを取り揃えて利用できれば、木質バイオマスを有用物質に変換するためのバイオプロセスを構築することが可能と言える。バイオマスを変換利用することで、化石資源を利用して得られていた化成品の 95%は代替できるというから、その利用価値は大きい。

米国のエネルギー省は、*Phanerochaete chrysosporium* という白色腐朽菌の全ゲノム配列情報の解析を行い、2004年にほぼ全長配列の解読に成功した。もともと、この菌はスウェーデンにおいて強力なリグニン分解菌として発見された菌であり、その後、世界各国に渡ってこの菌を利用した研究が進められた。私がそもそもスウェーデン人と付き合うことになったのも、この菌を用いてセルロースの分解機構について共同研究を進めていたためである。そのお陰で、私たちもこの菌の全ゲノム配列情報を早い時点から研究に生かすことができた。私の研究室では全ゲノム情報を手にする以前は、研究室全体で数種類の酵素を対象に実験を進めるのがやっとであった。ところが、ゲノム情報を利用しはじめてからは、僅か2年の間に20種類以上の酵素を対象に併行して研究を進めることが出来るようになり、木材腐朽菌が生産する酵素を木質バイオマス変換に向けて利用できる可能性も大きく広がった。キノコが日本における木質バイオマス完全利用の推進者になることを夢見ている。

8．結びに

スウェーデン調査の中で知り合ったベクショー・エネルギー社プラント責任者の Ulf Johnsson 氏が木質バイオマス利用を考える時に必要な3つの課題として、「第1はビジネス事業として成立していること、第2に地域住民に恩恵を受けていると感じさせること、そして第3に環境適合性があること」を挙げている。日本における国産の木質バイオマス利用拡大を望むのであれば、環境に対する建前論だけを先行させるのではなく、まず森林資源を利用した新しいビジネスを考えてみることに、それにより地元利益として還元させていくことから始めなければならない。また、Johnsson氏は、「石油エネルギーの利用は100年の歴史があるが、スウェーデンにおける木質バイオマスエネルギー利用は20年間かけて漸くここまで来た。だから、日本でも努力次第では同じ事は出来るはずだ」と付け加えた。スウェーデン人が森林資源の育成とそこで得られる木質バイオマスの完全利用に心血を注いでいるのは、自国の資源に対する彼らの価値意識と国家100年の計に根付いていると私は理解した。日本の森林資源とそこから生産される木質バイオマスの完全利用は、スウェーデン人の見識とキノコの生物機能から何を学ぶか、そして一見かけ離れたものの組み合わせで生まれてくる新しい技術基盤と社会思想によってはじめて可能になっていくと考えている。

プロフィール

さめじま まさひろ
鮫島 正浩

所 属

生物材料科学専攻 森林化学研究室

略 歴

1977年 東京大学農学部林産学科卒業
1982年 東京大学大学院農学研究科林産学専攻博士課程修了
1982年 日本学術振興会 奨励研究員
1983年 東京大学農学部 助手
1990年 1992年 米国ジョージア大学生化学科 博士研究員
1995年 東京大学大学院農学生命科学研究科 助教授
2001年 同上 教授

主な研究活動

- 1) 担子菌によるセルロース分解機構の解析
- 2) 微生物ならびに酵素による木質バイオマスの変換
- 3) 樹木由来の生理活性物質の探索と機能発現の解析

主な著書・総説など

木質バイオマスの利用技術(日本木材学会編, 共著), 文永堂出版(1991),
木質分子生物学(樋口隆昌編, 共著), 文永堂出版(1994),
木材保存学入門(共著), 日本木材保存協会(1998)
ウッドケミカルスの最新技術(飯塚堯介 監修, 共著), シーエムシー(2000)
セルロースの事典(セルロース学会編, 共著), 朝倉出版(2000)
木材科学講座 11 “バイオテクノロジー”(片山ほか編, 共著), 海青社(2002)
セルロースの科学(磯貝明編, 共著)朝倉出版(2003)
酸化還元酵素が関与する白色木材腐朽菌のセルロース分解機構: 鮫島正浩,
五十嵐圭日子, 化学と生物, Vol.41, 61-65(2003)
糸状菌によるセルロース生分解機構とその関連酵素をとりまく最近の研究
動向: 鮫島正浩, 五十嵐圭日子, 木材学会誌, Vol.50, 359-367(2004)
森林バイオマスの全面利用の可能性-木質資源との付き合い方を考えよ
う: 鮫島正浩, エネルギー総合工学, Vol.27, 21-29(2004)

パネルディスカッション 農 学 の 未 来

< パネリスト >

農学国際専攻	教 授	林	良博
獣医学専攻	教 授	佐々木	伸雄
生物材料科学専攻	教 授	鮫島	正浩