



東京大学農学部公開セミナー
第 52 回

「家庭のなかの農学」

講演要旨集

~~~~~ プログラム ~~~~~

【 開会の挨拶 】

13:35~14:25

アミノ酸シグナルを利用して高品質食資源を開発する  
応用動物科学専攻 准教授 高橋 伸一郎

【 休憩（10分） 】

14:35~15:25

快適な住環境を創るための木と人の関係の科学  
生物材料科学専攻 教授 信田 聡

【 休憩（10分） 】

15:35~16:25

便利で豊かな食生活を支える農学の知恵  
生物・環境工学専攻 准教授 牧野 義雄

【 閉会の挨拶 】

司会 准教授 内田 和幸

日 時 2017 年 6 月 24 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 （公財）農学会

# アミノ酸シグナルを利用して 高品質食資源を開発する

応用動物科学専攻 准教授 高橋 伸一郎

## 1. はじめに

摂取する食事タンパク質に応答して体タンパク質代謝が調節されていることは、古くから知られている。例えば、タンパク質が必要量を満たし、かつ全ての必須アミノ酸が要求量に達しているような食事を摂取しているような「良い」タンパク質栄養状態では、タンパク質同化が促進される結果、体タンパク質の蓄積が起こり、成長期であれば正常に発達・成長し、成長期以降であれば、体タンパク質の蓄積が起こる。これに対して、タンパク質が必要量に満たない、あるいはどれか一つでも必須アミノ酸が要求量を満たしていないような食事を摂取しているような「悪い」タンパク質栄養状態では、体タンパク質同化が抑制され、その結果、成長期であれば成長遅滞が、成長期を越えていれば筋萎縮が起こる。

## 2. 「悪い」タンパク質栄養状態で起こる成長遅滞（図1）

我々は、この代謝調節を引き起こす仕組みの解明を試み、成長期のラットが、全アミノ酸量が不足している食餌（窒素量が要求量に達していない食餌）や特定のアミノ酸が要求量に達していない食餌（栄養価の低い食餌）を摂取すると、プロインスリンと相同性が高いペプチドホルモンであるインスリン様成長因子（IGF）-Iの産生が低下すると同時に、IGFの血中寿命を延長するIGFBP-3が減少、IGFをクリアランスするIGFBP-1産生が増加すること、更に、筋肉などでのIGF活性が抑制され、成長遅滞が起こることを明らかにした。

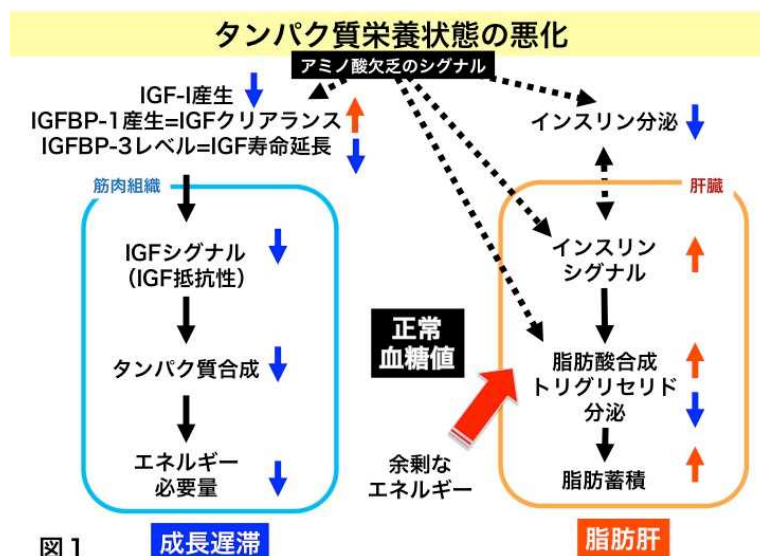


図1

### 3. 「悪い」タンパク質栄養状態で起こる脂肪蓄積（図1）

最近になり、我々は、全アミノ酸が不足あるいはアルギニンが不足している食餌を摂取しているラットやマウスでは肝臓に脂肪が蓄積し、全アミノ酸が不足あるいはリジンが不足している食餌を摂取していると脂肪組織や筋肉で脂肪が蓄積することを見出した。この分子機構を解析したところ、それぞれの臓器が異なる様式でアミノ酸の低下を感知あるいはインスリンシグナルを変動させ、臓器特異的に脂肪蓄積が起こることがわかった。

一連の結果は、「全アミノ酸や特定のアミノ酸が要求量に達していないことが生体でアミノ酸シグナルの変動となって、IGFシグナルが低下し成長遅滞が起こる。この際、十分にエネルギーを摂取していると、それぞれの臓器がアミノ酸シグナルの低下やインスリンシグナルの増強などを介して、過剰となったエネルギーを取り込み、脂肪として蓄積する」という仕組みの存在を示している。これらは、栄養失調のひとつ「クワシオルコル」の発症機構の一つとも考えられる。

### 4. これらの現象を利用した高品質食資源の開発技術や成人病の治療法・予防法の開発

そこで我々は、この機構を利用して、ブロイラー・地鶏の肝臓の脂肪含量を増加させる飼料（鶏のフォアグラ「白肝」の作出）、リジン不足特異的にブタの筋肉の脂肪交雑を引き起こす飼料（霜降りブタ肉の作出）、養殖魚の筋肉脂質含量を制御する飼料組成の開発を進めている。

我々の研究成果は、飼料中・食事中的アミノ酸量を調節することにより、臓器特異的に脂肪を蓄積させることが可能であることを示しており、高品質食資源の開発や高齢化社会に問題となっている成人病の治療法・予防法の開発などに役立つと考えられる。

### 5. さいごに

本研究は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業、知の集積と活用場の研究開発モデル事業、科学研究費補助金などの助成を受けて推進している。栄養失調というマイナスな生理応答の発生機構を逆手にとって高品質食資源の開発に利用した点、線虫から哺乳類に至るまでの多くの動物の研究者や資源動物の飼育・食品・流通・外食産業など現場の方々と共同研究する機会となった点などが、農学研究の醍醐味と言える。

参考文献：弥生 64： 2-3（2017）、農学入門 養賢堂 pp.249-279（2013）、化学と生物 51： 389-398（2013）

# 「快適な住環境を創るための木と人の関係の科学」

生物材料科学専攻 教授 信田 聡

## 1. 木と人の関係の科学

“木材を人にとって快適に使う”ことを目指すときには、木材の性質（物性）と人の五感との関係を探ることが必要である。筆者はこのような研究をWood/human Relations、木と人の関係の科学と呼ぶ。ここでは木材を使って快適な住環境を創ることを目指す研究例をいくつか紹介してみたい。

## 2. 木と人の関係の科学の研究例

### (1) 古くても好ましい木材とは？

屋外で使われる木材は日射を受けると退色する。時間経過とともに古くなると木材色に対する評価は悪くなる。しかし、時を経て、それなりに良しとされる木材色はないであろうか？時を経て、良い感じを醸し出す木材の表情（色彩）があるとすればどのようなものなのかを調べた。図1は、その例である。スギの外壁仕上げ（下見板張り）である。これは時を経ても、嫌われる度合いが少ない木材の表情として評価された。図1の色彩を色表示で示すと明度（ $L^*$ ）：55、彩度（ $C^*$ ）：8、色相：5R~5YR、明度分布の標準偏差（256階調）：30の近辺であった。



図1 古くても好ましいと評価された木材の例

### (2) 木のベンチは好まれるか？

ベンチには良く木材が使われるが、本当に木のベンチは好まれるのであろうか？これを検証するために、木材、金属、プラスチック、石材の4種類の異なる座板を配した円形ベンチを東京大学農学部ロータリーにある銀杏の木根元に設置して、どの座板に人が座るかを通年観察した。その結果図2に示すように木材の座板に座る人が最も多いことが分かった。その理由の一つには木材の高い断熱性があり、座った時に冷たく感じず快適であることが指摘できる。

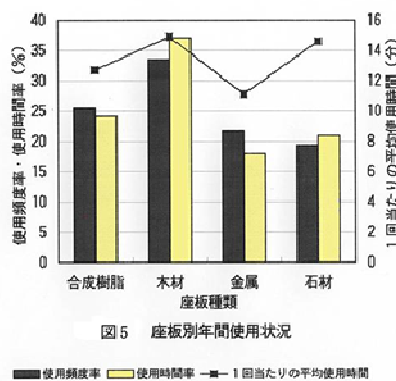


図2 ベンチの座板別使用状況

### (3) ウッドデッキの滑り

ウッドデッキなど木製舗装面の歩行時の滑り性能評価として、小野英哲氏が提唱した滑り抵抗係数(CSR)を用いて、表面が濡れているときの滑りを調

べた。CSR 値は材料の摩擦特性値の一種で、この数値と滑り感との関係が整理されている点で説得力が高い。結果は図 3 に示すように、いずれの木材(水濡れ時)でも滑りに関して、快適かつ安全な範囲にあるという結果が得られた。

#### (4) 木材内装仕上げと快適性

室内で木質系内装材を見ることにより人の体がどのように反応するかを調べた。ここでは木質系内装材を用いた実大(8畳)のモデルルームをいくつか作成し、そこで90秒間内装を見たときの人の反応を、中枢神経活動、自律神経活動などの生理応答測定、主観評価から評価した。結果は、図 4 に示すように木材率 30%という一般的に用いられる木質居室では脈拍数が減少して体がリラックスする。一方、高い木材率や斬新なデザインの居室では心拍数が上昇して体がわくわくした状態になるという評価となった。

#### (5) 学校の木机は生徒の生理特性にどのような影響を与えるか？

中学校の教室で、①新しいスギ製学習机、②新しい金属製(天板合板)学習机、③古い金属製(天板は合板)学習机を、それぞれ五ヶ月間使用した時の中学生の免疫活動の変化を唾液中の免疫グロブリン(s-IgA)濃度変化として測定した。その結果、図 5 に示すように新しいスギ机を使用した中学生の S-IgA 濃度が高く推移した。高い S-IgA 濃度は健康維持と関係が深く、木製机を使用することは中学生の健康維持のためにプラスに向く効果があることが示唆された。

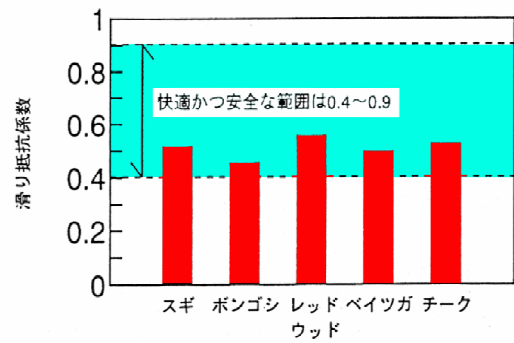


図 3 ウッドデッキの水濡れ時の滑り抵抗係数(滑り方向は木目と直角方向、紳士靴着想定時)

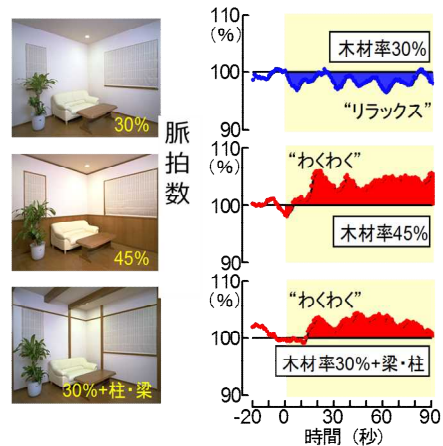


図 4 木材率・デザインの違いと快適性(恒次ほか)

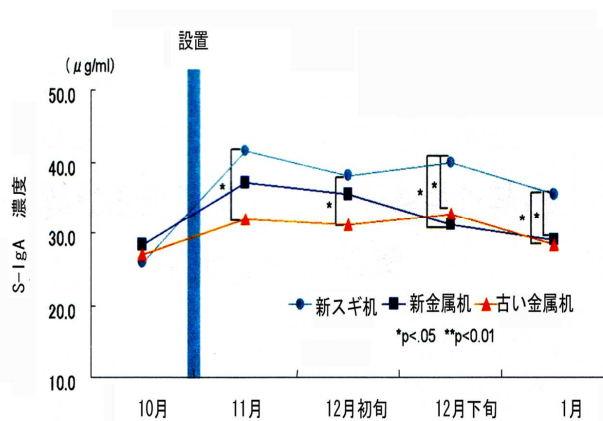


図 5 中学校における木製机使用時の中学生の s-IgA 濃度の推移(冬期)(綿貫ほか)

文献 信田聡：ウッドヒューマンリレーションズ-木と人の関係の科学-, 山林, 第 1465 号, 24-31(2006).

# 便利で豊かな食生活を支える農学の知恵

生物・環境工学専攻 准教授 牧野 義雄

## 1. 豊かな食生活に欠かせない収穫後農産物に施す工夫とは

日常何気なく購入し食している農産物には、消費者の利便性を高めるための、農学ならではの様々な工夫がなされている。そのいくつかの例を紹介したい。

柿の脱渋の際、二日酔いの原理が使われていることはあまり知られていない。二日酔いとは、ヒトが過剰にアルコールを摂取した際に起きる現象であり、これが肝臓にあるアルコール脱水素酵素によって分解されてアセトアルデヒドとなり、その血中濃度が上昇すると吐き気などおなじみの症状が出る。柿の渋味は、タンニンというポリフェノールの1種が口腔内の渋味を感じる部位にはまり込むことによって感じられる。柿の脱渋の手順を簡単に述べると次の通りである。果実にアルコールを吹き付け、常温で数日間置くとアセトアルデヒドが生成し、タンニン同志をくっ付ける接着剤となる。次第にタンニンの分子が大きくなり、渋味を感じる部位にはまらなくなる。十分に脱渋が行われた柿の果肉には黒いゴマのような斑点が多く存在する。即ち、脱渋と言いつつもタンニン自体は大きな分子として果肉内に残っており、抜けて無くなる訳ではない。

米穀の消費量は年々減少の一途をたどっている一方、無洗米の生産量は年々増えている（米生産量の0.05%程度）。無洗米という名の通り、米を研ぐことなく炊けるものであり、購入価格が割高にはなるが消費者側の利便性は高い。しかし、無洗米のメリットはそれだけではない。予め肌糠を除去しているため、家庭での洗米作業が不要になり、排水汚染が軽減される。製造工場においても糠の除去には水を使用していない。主には糠の付着性を利用して、糠で糠を取る方式で処理され、一部タピオカデンプンに付着させて除去する方法でも製造されている。白米表面の清浄度は、家庭で4回水で濯いだ場合と同程度と言われる。

## 2. 農業分野でも進化する検査技法

非破壊検査は、操作が簡便な上に検査対象を傷つけないという長所があり、医療分野でのX線やMRIなど、多くの分野において、検査法は破壊法から非破壊法へと置き換えられる傾向にある。農業分野では近赤外分光分析が、米の食味計（美味しさを点数化するもの）やメロン、マンゴーなど幅広い品目の果実類に対する糖度センサーとして実用化されている。

近赤外光は、おおよそ 800~2500 nm の波長範囲の電磁波であり、ほとんどの物質による当該光の吸収は微弱である。吸収が弱いゆえに透過力に優れているため、検査対象内部に容易に侵入し、出てきた光を捉えて解析すれば、内部情報を抽出することができる。捉えた光の中には様々な内容成分や内部構造等に由来する情報が複合的に絡み合った状態で含まれているが、多変量解析や機械学習を使えば欲しい情報を取り出すことができる。ただし、吸収が微弱であることが原因で、感度が低いという欠点がある。そのため、糖のように、ある程度含有量が多い物質でなければ正確な推定ができない。果実の非破壊糖度センサーが現れたことで、試食や破壊分析を行うことなく味の判定が可能となり、果実の当りはずれが無くなるなど、消費者の利便性向上に貢献している。

### 3. 科学の進歩の恩恵を受ける野菜の保存法

農産物が収穫後も生きていて呼吸を続けており、また品目ごとに呼吸速度が異なり、速度が速いほど鮮度低下は速い。そのため、低温貯蔵などにより呼吸を含めた生理代謝を抑制し、鮮度を長持ちさせる工夫が古くから現在に至るまでなされている。他にも呼吸抑制法はあり、野菜・果実の貯蔵庫や密封袋内の気体組成を低 O<sub>2</sub>、高 CO<sub>2</sub> 水準で制御することで、息苦しい状態とし、鮮度を保つ方法がある。気体組成を制御可能な貯蔵庫は建設費や減価償却費が高いため、国内ではまとまった収穫量が見込まれるリンゴ産地のみで利用されている。プラスチック袋で密封し鮮度を保つ方法では、目に見えない程度の穴を数十個穿孔した袋を使用している。普及が始まった当初はエダマメの変色抑制に効果を発揮した。その後、ネギ、ブロッコリーなど、様々な品目にも使用されることとなり現在に至る。萎れ抑制はもちろんのこと、変色やビタミン C 減少の抑制効果が報告されている。

一方、分析手法や機器の進歩に伴い、近年はオミクスと呼ばれる、生体中に存在する分子全体を網羅的に研究する手法が登場した。このことにより、野菜や果物を大気とは異なる環境に置いた場合に、生理代謝に変化が起きることが徐々に明らかになってきた。例えば、トマト果実を袋で密封し、常温で 1 週間程度置くだけで、 $\gamma$ -アミノ酪酸というストレス緩和作用を有する物質を蓄積することが明らかになった。さらに、ブロッコリーを袋で密封し、常温で 2 日程度置くと、スルフォラファンという胃癌抑制作用を有する物質を蓄積することも明らかになった。即ち、気体組成制御による鮮度保持を行うことで、同時に健康に良い物質まで増やすことができることが、科学の進歩とともに明らかになってきた。今後はさらに優れた研究手法の開発にとともに、消費者の利便性向上に貢献できるような、新たな研究成果が引き続き得られることを期待している。

## プロフィール

たかはし しんいちろう  
高橋 伸一郎

応用動物科学専攻 動物細胞制御学研究室

### 主な研究活動

インスリンやインスリン様成長因子の生理活性（インスリン様活性）は、動物の一生の多くの生命現象に関わっている。この活性が過度に増強されると過成長やがん化を、過度に抑制されると成長遅滞の他、糖尿病、脳神経変性疾患、動脈硬化、骨粗鬆症などを引き起こす。私達は、健康寿命の延伸のためにインスリン様活性の制御法の開発に取り組んでいる。

しだ さとし  
信田 聡

生物材料科学専攻 木材物理学研究室

### 主な研究活動

木材乾燥を始めとして木材および木質材料の水分・熱に関わる物性研究（Wood/water Relations）を行っている。さらに木材物性と人の感性の関係の研究（Wood/human Relations）を行い木材の快適利用を考えることで木質系住宅や住環境のアメニティ向上を目指している。

まきの よしお  
牧野 義雄

生物・環境工学専攻 生物プロセス工学研究室

### 主な研究活動

収穫後青果物の貯蔵及び品質評価を担う、生物プロセス工学並びにポストハーベスト工学を専門分野とする。現在は、可視・近赤外分光分析による青果物品質の非破壊推定、調整気相包装による青果物の有用物質増強などに取り組む傍ら、自然科学分野の立場から、食品のロス・廃棄を抑制し、食料自給率をアップさせる方策について研究を進めている。