栄養飼料面から家畜排泄物の低減化を図る

鶏・豚を中心に

武政 正明*

畜産は本来自然と調和したものであるが、生産性の向上を目指した結果、飼養規模の拡大が図られ、環境へ負荷を与える場合がみられるようになった。この問題を解決するため、従来からの家畜排泄物を効率的に処理・利用するという観点に加えて、近年では栄養飼料面から排泄量をできる限り減らすための技術開発を目指して研究が盛んに行なわれている。どうすれば、どの程度減らせるのだろうか。鶏と豚を中心に研究の現状を解説する。

畜産を含めた農業は、本来、自然環境と密接な関連をもって営まれてきたものであるが、近年の集約化、大規模化という短期的な経済原理に基づく生産性の追求、排泄物の処理対策の遅れなどによって、環境へ負荷を与える場合が多くみられるようになっている。今後、わが国の畜産業が存続・発展していくためには、規模拡大などの生産性向上による低コスト化あるいは生産物の高品質化・差別化、安全性という現在のキーワードに加えて、「環境に負荷を与えない畜産業」というキーワードを加える必要があることは明らかである。特に排泄成分のうち窒素およびリンは、水質汚濁、湖沼の富栄養化の原因物

質の一つであり、規制物質ともなっている。家畜・家禽からのこれら排泄物の低減化は、環境保全の観点からきわめて重要である。

本稿では、近年盛んに行なわれている鶏および豚を中心とした家畜・家禽からの排泄物の低減化に関する研究、いわば人間社会でいう「ゴミの減量化」に相当する研究について、その背景、現状および課題を、窒素とリンに焦点をあてて解説する。

なぜ家畜排泄物を減らさなければならないか

家畜糞尿は有機物資源である。1年間に家畜・家禽からの排泄物に含まれる窒素量は約68万トン、リン酸は約45万トン、カリは約55万トンと試算されている。これらの量は、化学肥料として年間に消費される窒素、リン酸、カリのそれぞれ83%、59%、92%に相当するものである。肥料としての価値以外にも、土壌の物理性、生物叢の改善効果もある。このようなことからすれば、家畜糞尿は基本的には重要な有機質資源として広く有効に利用されるべきものである。

しかし、いくら資源といっても無制限に利用できるわけではない。農地の受け入れ可能量がある。農林水産省

Nutritional Strategies to Reduce Nutrient Waste in Livestock and Poultry Production

*Masaaki TAKEMASA, 農林水産省畜産試験場

の試算⁽¹⁾によると、現在の有機物の受け入れ可能量（耕地面積×標準施用量上限値－稲ワラ還元量）は化学肥料との併用（現状の施用法）の場合で窒素換算値で58万トン、化学肥料で供給する窒素量を全量有機物施用で代替する場合で122万トンと試算されている。一方、1年間に排泄される窒素およびリン量を計算すると、窒素は約75万トン、リンは約10万トンとなる。化学肥料の使用量は窒素70万トン、リン25万トン程度であるから、排泄物中の窒素量は化学肥料のほぼ同量、リン量は約半量に相当することになる。これらの数値から判断する限り、化学肥料の施肥を現行通り行ないつつ家畜糞尿を土壤還元することが可能であるといえる。しかし、堆肥を還元できる農地面積は毎年平均3万haずつ減少し続けている。また、需給の地域的および季節的不均衡がある。さらに、大気、水などの環境保全問題への国民の関心は急速に高まっている。環境白書によると、年々堆肥の農地への投入量は化学肥料使用量の増加に伴い減少の一途をたどっている。このような情勢下では、家畜糞尿の排泄量の低減が必須であることは自明である。

家畜・家禽における窒素・リンの出納

排泄物の低減化について考える前に、まず家畜・家禽における窒素およびリンの体内における出入り（出納）をみてみよう。

表1に、乳牛、豚、産卵鶏、ブロイラーにおける窒素およびリンの出納の一例を示した。もちろん、これらの

表1 ■ 家畜・家禽における窒素およびリンの出納例

		窒素	リン
乳牛 (泌乳前期)	摂取量	100	100
	生産物(牛乳)	26	25
	体内蓄積	12	0
	糞尿	62	75
	(糞)	30	74)
	(尿)	31	1)
肥育豚 (40～50 kg)	摂取量	100	100
	体内蓄積	48	51
	糞尿	51	49
	(糞)	13	48)
	(尿)	38	1)
産卵鶏 (30 週齢)	摂取量	100	100
	生産物(卵)	30	11
	体内蓄積	16	10
	糞尿	54	79
ブロイラー (6 週齢)	摂取量	100	100
	体内蓄積	62	51
	糞尿	38	49

注)ここに示した値は一つの実験例である。飼料や家畜の条件によってこれらの値は大幅に異なる。

数値は摂取する窒素やリンの量、すなわち具体的には飼料の組成や給与量によって、また家畜・家禽の年齢、乳量、産卵率などによって大きく変動する。このため、これらの数値は一つの目安としてみる必要があるが、全体的な傾向をみると、畜種によって多少の差異はあるものの、窒素に関しては生産物および体内に蓄積される割合は摂取した量の約40～60%であり、リンでは20～50%である。換言すれば、摂取した窒素の40～60%が、またリンでは50～80%が体外に排泄されるということである。しかし、排泄される窒素やリンがすべて無駄な分というわけではない。家畜・家禽が生命活動に利用したものが役目を終えて排泄されるいわゆる代謝性の窒素やリンもこの中に含まれている。したがって、いくら消化、吸収、利用をよくしても排泄窒素や排泄リン量をゼロにすることはできない。

発育、泌乳、産卵などの生産性は現状のまま維持することとして、家畜・家禽からの窒素、リン排泄量を低減するには、まず家畜・家禽が必要とする量以上の窒素を給与しないことが基本である。すなわち、粗蛋白質(crude protein; CP)およびアミノ酸、リン要求量に最小限の安全率を見込んだ水準を大幅に超えないように飼料を設計することである。特に、窒素は発育段階によって要求量が大きく変化するので、発育時期をいくつかに細分化して、その時期毎の要求量を満たす飼料を給与する、いわゆる「期別給与法」を利用することが効果的である。これらのことはこれまでの栄養管理、飼養管理で十分対応できることである。これを行なうために必要な情報として、家畜・家禽の各発育段階における栄養素の必要量(養分要求量)を示した「日本飼養標準・乳牛(1994)、肉用牛(1995)、めん羊(1996)、豚(1998)、家禽(1997)」と、飼料原料ごとにその成分および栄養価を示した「日本標準飼料成分表(1995)」が公表されている。

これらの措置を講ずることは当然として、さらに一層の低減化を図るためにはどうしたらよいのだろうか。もちろん、排泄量の低減化を図る措置を講ずることによって、家畜・家禽の発育、飼料効率(摂取飼料1kg当たりの体重増加量(kg)や乳卵など畜産物の生産量(kg))、死亡率、乳量、産卵率、乳質、枝肉歩留まりなどの畜産物品質は犠牲にしないということが大前提である。

窒素排泄量低減の基本的考え方

飼料として摂取された蛋白質は、消化酵素や微生物により加水分解され、遊離アミノ酸あるいはアミノ酸が数個つながったペプチドとなり、消化管から吸収される。

その後、血中に移行し、そのままあるいは他のアミノ酸に変換されて成長中の家畜・家禽の体蛋白質や新生する皮毛、羽毛の蛋白質および乳・卵の蛋白質合成に利用される。

アミノ酸のうち体内で合成できるアミノ酸すなわち非必須アミノ酸(non-essential amino acids; NEAA)はその過不足をある程度体内での合成・分解によって調整できるため、そのバランスは窒素利用性の面で大きな意味をもたない。リジン、メチオニンをはじめとする体内で合成できないアミノ酸すなわち必須アミノ酸(essential amino acids; EAA)間のバランスが窒素の利用性の面では大きな意味をもつ。動物体内で合成される蛋白質(体蛋白質や乳・卵蛋白質など)に含まれるアミノ酸と同じ構成比率(バランス)をもった飼料の給与が窒素利用性の面で最も効率的であるとされている。

実際の配合飼料では、図 1-a、-b に示すように飼料中の EAA 含量とそれらの要求量の間には大きな差がある。通常、産卵鶏ではロイシンやフェニルアラニンが多く、肥育豚ではロイシン、フェニルアラニン、アルギニンなどが多い。これは配合飼料の製造に用いる飼料原料に、価格が安く、年間を通して一定量が確保できることなど多くの要件が求められ、実際に使用できる原料

が限られることが大きな原因である。この差をいかに少なくするかが、窒素排泄量の低減化のポイントとなる。

図 1-a の例で、過剰なアミノ酸を少なくするためには、まず CP 水準を低下させることである。実際には CP の低下に伴って使用する飼料原料が変わってくるので、個々の必須アミノ酸が一律に下がることにはならないが、ここではわかりやすくするため、低蛋白質化に伴ってアミノ酸のバランスは一律に変化するものとしよう。すべての EAA に過剰分がないところまで CP を下げると図 1-c に示すようになる。このとき、計算上 CP は約 6% になる。この飼料はヒスチジン以外の EAA はすべて不足している。不足するすべてのアミノ酸を補うためには、多くの結晶アミノ酸(単体アミノ酸ともいう)が必要となる。また、ここまで CP を低下させると NEAA の量も不足するので、これもグルタミン酸などの結晶アミノ酸で補わなければならない。現在、飼料安全法上、飼料添加物として認可されているアミノ酸(市販の飼料用アミノ酸)は、メチオニン、リジン、スレオニンおよびトリプトファンの 4 種類(近々にアルギニンが追加される予定)であるが、価格的にみて実際利用できるものはメチオニン、リジン、スレオニンの 3 種類であろう。このため、この飼料では実際には飼料中の必須ア

図 1 ■ アミノ酸の要求量と飼料中含量

a: 実用成鶏用飼料(CP 17%)の場合, b: 豚肥育前期用飼料(CP 16%)の場合, c: 過剰な必須アミノ酸がないように蛋白質飼料水準を下げた場合の試算例(成鶏), d: 蛋白質飼料水準を CP 14%とした場合(成鶏). ■: 飼料中含量, □: 要求量

ミノ酸含量を要求量とすべて一致させることはできない。

これら3種類のアミノ酸を使用することを前提として考えてみよう。産卵鶏用飼料で、CPを通常の17% (図1-a) から14%に低下させてみよう。そのときのアミノ酸組成は図1-d になる。この場合、不足するアミノ酸はメチオニン、メチオニン+シスチンである。メチオニンはホモシステイン、シスタチオン、システインを経てシスチンに転換される。この転換は可逆的反應ではないのでメチオニンをシスチンで代替することはできないが、シスチンはメチオニンで代替することができる。このため、メチオニンを添加することで両者の不足分を補うことができる。

このような栄養操作に伴って飼料のCP水準は低下し、日本飼養標準・家禽および豚で示されているCP要求量は満たされなくなる。しかし、この点での問題は無い。例として、産卵鶏のCP要求量をみてみよう。「日本飼養標準・家禽(1998)」⁽²⁾では、CP要求量は次式で求められている。

$$\text{CP 要求量(g/羽/日)} = (1.3 \text{ g} \times \text{体重(kg)} + 0.18 \times \text{増体量(g)} + 0.12 \times \text{産卵日量(g)}) / (0.83 \times 0.68)$$

ここで、1.3 gは体重1 kg当たりの維持に要するCP量、0.68は飼料CPの生物価、0.83は飼料CPの消化率、0.12は殻付き卵100 g当たりのCP量(g)、0.18は増体1 g当たりのCP量(g)である。

生物価 (biological value) とは、蛋白質の生物学的価値を示すもので、消化吸収された窒素に対する体内に蓄積された窒素の割合であり、「体内における窒素の利用効率」ともいうことができる。ここで、飼料の生物価は68%とされているが、これは現在日常的にわが国で使用されている配合飼料における平均的な値として設定されている。飼料中の必須アミノ酸バランスが適正化されればこの値は大きくなり、その結果、CP要求量は低下する。このことは鶏でも豚でも同様である。

窒素排泄量の低減化研究

これまでに行なわれてきた結晶アミノ酸添加試験成績(3種類のアミノ酸を使用するという前提)からすると、産卵鶏、ブロイラーでは、CP水準は要求量より2ポイント(%)程度の低下⁽³⁻⁶⁾、豚では5ポイント(%)程度までの低下⁽⁷⁻⁹⁾が可能のようである。これにより、鶏の場合は10~20%、豚では30~40%の窒素排泄量の低減が可能であることが実験的に証明されている。ただし、鶏

では体脂肪蓄積が統計的に有意な増加を示さないことを前提としてこの低減可能幅を明らかにしているのに比べて、豚では背脂肪厚の増加は考慮されていない。低蛋白質化においては背脂肪厚の増加が問題とされており^(7,10)、これを考慮すれば豚も鶏と同程度の低減幅になるかもしれない。

鶏の場合、前述の考え方でCPで2ポイント以上の大幅な低蛋白質化を図るとすると、脂肪の過剰蓄積はもちろん、明らかな発育や飼料効率の低下が起こる^(6,11,12)。不足するアミノ酸を不足分だけ補うのではなく、110~120%量を添加すると若干の発育改善と脂肪蓄積の改善という効果がみられるが、依然として発育および飼料効率は通常飼料に比べて低い。鶏の場合、必須アミノ酸含量が要求量を満たしていてもCP水準を低下させ得る範囲には限界があるということであろうか。このことは、栄養学分野で従来から広く認められている「飼料蛋白質の栄養的な役割は必須アミノ酸および非必須アミノ酸合成のための窒素源を供給することである」という認識とは異なるものである。最近、蛋白質(ペプチド)がアミノ酸の供給源以外の機能を有していることが示唆されているが、これと関係しているのかもしれない。

前述のように豚の場合、背脂肪厚の増加の問題を除けば、鶏に比べて大幅な低蛋白質化が可能なようである。しかし、低減化には限度があり、CPをある水準以下にすると、たとえ必須アミノ酸が要求量を満たしていても非必須アミノ酸の必要量が不足することになる。豚の場合、成長のための理想蛋白質では蛋白質中にリジンが約7%とされている。体重30~70 kgの肥育豚のリジン要求量は飼料中含量で0.75%であるので、計算上CPは10.7%(=0.75/0.07)以下に低下させることはできないことになる。「日本飼養標準・豚(1998)」⁽¹³⁾では、体重30~70 kgの肥育豚ではCP 11%飼料に不足するアミノ酸(リジンおよびスレオニン)を添加することにより約30%の窒素排泄量の低減化ができるとしているが、これ以上の低減化は無理ということになる。

このような畜種間による反応の差異が存在する理由は、現在のところ明らかではない。

牛などの反芻家畜からの排泄窒素量の低減化の研究も現在精力的に行なわれており、ルーメン微生物による蛋白質合成効率を高めること、すなわちルーメン内での蛋白質の分解、合成に合わせてエネルギーを適切に供給することが有効であることがわかっている。たとえば、ショ糖やデンプンの添加が窒素排泄量の低減に有効であることが実験によって明らかにされている⁽¹⁴⁾。反芻家畜におけるアミノ酸研究は、鶏、豚に比べると遅れている。

しかし最近、アミノ酸の吸収・代謝に関する研究が精力的に行なわれており、これによってルーメン非分解性蛋白質の最適アミノ酸バランスの解明、バランスの適正化を図り体内での利用性を高め、これを窒素排泄量の低減につなげていくことは将来的に可能となろう。

リン排泄量低減の基本的考え方

植物性飼料原料中にはフィチン（フィチン酸2分子が形成するカルシウム・マグネシウム塩、図2）の形で存在するフィチンリン（phytate phosphorus；Phy-P）が多く含まれている。これは植物におけるリンの貯蔵形態で穀実に多い。全リン中のPhy-Pの割合は低いものでも大豆粕の50%，一般的には70%前後と高い。しかし、Phy-Pの鶏および豚に対する利用性は低く、通常飼料では、鶏の場合その消化率は10%程度である。豚においても20~30%と低く、大部分は消化されないまま糞中に排泄される。このため、鶏および豚においては、リンの消化性特にPhy-Pの消化性を高めることがリン排泄量低減のポイントである。フィチンを何らかの力で分解し、Phy-Pを遊離の無機リン（利用性はほぼ100%）に変換することによって消化性を高めることができる。

一方、反芻家畜の場合は、ルーメン微生物がフィチンを分解できることから、もともと豚や鶏に比べてフィチンの消化率は高いので、鶏や豚と同じ手段は適用できない。現在のところ、有効な手段は過剰給与の防止以外に見当たらない。

卵用鶏の雛用配合飼料における具体的な低減化の考え方を図3に示した。通常の配合飼料（飼料1）には鶏雛のリン要求量を満たすように非フィチンリン（non-phytate phosphorus；NPP、フィチンリン以外のリンで、鶏および豚に有効に利用される部分、黒色部分）が

$C_6H_6[OPO(OH)_2]_6$
1,2,3,4,5,6-cyclohexanhexolphosphoric acid
cyclohexanhexyl hexa-phosphate
phytin : calcium magnesium salt of phytic acid

図2 ■ フィチン酸の化学構造

図3 ■ リン排泄量低減化の考え方(模式図)

含まれ、他にPhy-P（灰色部分）が含まれている。通常飼料のPhy-P部分を減らしたいいわゆる“エコロジー飼料”（飼料2）を設計することがリン排泄量の低減化に結びつくことになる。

そのためにはまず、NPP量が不足するような低リン飼料（飼料3）を調製する。通常、配合飼料で通常の飼料原料だけではNPP要求量を満たすことができないため、これを補うためにリン酸カルシウムが添加されている。この添加を中止することによって低リン飼料を容易に調製することができる。次に、酵素の添加、原料の加工処理など何らかの処理によって低リン飼料中のPhy-PをNPPに変換することによって、NPP量と要求量との差（不足分；縦縞部分）を補う。これによってNPP量は要求量を満たしつつ、Phy-P量は通常配合飼料より少ない飼料（飼料2）を調製することができる。

リン排泄量の低減化研究

Phy-PをNPPに変換する、すなわちフィチンを分解して、フィチン酸からイノシトールとリン酸に変換するための方法はいくつかある。一定条件下で加熱や加圧を行えばフィチンは分解される。たとえば、脱脂米ぬか（玄米から米油を採った粕）をオートクレーブ（高圧蒸煮）処理すればPhy-Pの一部は分解されて無機リンに変わり、鶏雛におけるリンの利用性が改善される⁽¹⁵⁾。この処理は、アミノ酸の分解という大きなマイナス面はあるものの、使い方を選択すれば有効な場面が想定できよう。すなわち、Phy-P含量が多く、蛋白質供給源としての寄与率の低い脱脂米ぬかのような飼料原料に対しては有効な処理である。このオートクレーブ処理は麦類の利用という生物的处理と異なり、飼料原料の種類によって処理効果に大きな差があることは考えにくく、いずれの飼料

表 2 ■ 飼料原料中のフィターゼ活性

分類	飼料原料名	分析点数	フィターゼ活性 (units/kg)
麦類	ライ麦	2	5,130
	小麦	13	1,193±223
	大麦	9	582±178
穀類	トウモロコシ	11	15±18
	グレインソルガム	5	24±32
油粕類	なたね粕	5	16±16
	大豆粕(CP 44%)	15	40±45
製造粕類	コーングルテンフィード	9	48±68
	フスマ	5	2,957±1,556
	米ぬか	2	122

資料：W. Eeckhout & M. DePaepe : *Anim. Feed Sci. Tech.*, 47, 19 (1994).

原料においても、今回とほぼ同等の効果が期待できる。

一方、麦類はそれ自身が天然に高いフィターゼ（フィチンを分解してイノシトールとリン酸に変換する酵素）活性をもっている（表 2）ため、特別な加工処理を行わず麦類をそのまま飼料原料として用いるだけでもリンの利用性の改善が期待できる。たとえば鶏では、麦類を飼料中に 50 % 程度利用することによって鶏雛からの排泄リン量は約 20 % 程度低減できることが明らかになっている⁽¹⁶⁾。

糸状菌や酵母などの微生物は高いフィターゼ活性を有していることは古くから知られている。Nelson ら⁽¹⁷⁾は、*Aspergillus ficuum* の培養液を大豆粕と温水とともに一定温度で培養すると、フィチン酸が加水分解されること、このリンを鶏雛は無機リンと同様に利用できることを報告している。その後、糸状菌(*Aspergillus niger*) が産生するフィターゼを低リン飼料に添加すると、ブロイラーにおけるリンの蓄積率が改善されることが多くの研究者によって明らかにされている。近年、環境問題への関心の高まりから、フィターゼ添加によるリン排泄量低減化試験が盛んに行なわれている⁽¹⁸⁻²⁰⁾。これらの成績はフィターゼの種類、対象とする鶏種、飼料原料の差異などによって多少添加効果が異なるようであるが、300~1,000 単位/kg のフィターゼ添加によりリンの蓄積率が改善され、糞尿として排泄されるリン量が 30 % 程度低減できるということでもとめることができる。

豚でも、糸状菌が産生するフィターゼを低リン飼料 1 kg 当たり 500~1,000 単位程度添加すると、リンの蓄積率が改善され、1 日当たりのリン排泄量は約 25~30 % 低減される⁽²¹⁻²³⁾ ことが明らかにされている。

現在、リン排泄量低減で様々な方策が考えられる中で、この方法は飼料に添加するだけであり、飼料製造工場において容易に導入できること、その効果も明らかであることから大きな期待が寄せられている。すでに現在、

国内においては 2 つのメーカーから飼料用フィターゼが販売されている。現在、価格が割高であり、添加により不要となるリン酸石灰の価格分だけではカバーできないことから飼料費の上昇となり、広く使われるまでには至っていない。

今後、微生物のスクリーニングや遺伝子操作などによる生産効率の改善、豚や鶏の消化管内で効果的に作用するような特性をもった酵素の開発、酵素活性の安定性の改善などが図られれば、その利用・普及も一層進むものと思われる。

反芻家畜では、反芻胃内の微生物がフィチン酸を分解するため Phy-P の利用性は通常高いことから、飼料全体のリン利用性も鶏および豚に比べて高いものと思われる。したがって、残念ながら現時点では、豚や鶏におけるフィターゼのような「切り札」は見当たらない。現在の最善策は、給与飼料中のリンの含量をできるだけ正確に推測し、過剰給与を避けるような飼料メニューを考えることであろう。現在、乳牛では 1 頭当たりの乳量が年間 10,000 kg を超え、20,000 kg という牛（スーパーカウ）も多くなっている。このため、エネルギーや蛋白質の必要量が増加し、粗飼料と濃厚飼料の割合の低い（濃厚飼料の割合が高くなる）傾向がみられる。濃厚飼料は粗飼料に比べてリン含量が高く、リンを必要以上に多く給与している場合が多いと思われる。

*

欧州で行なわれている家畜糞尿の施用量、施用時期などの規制、家畜飼養頭数制限などの事態が、将来必ずしも我が国で起こるとはいえないであろうが、環境問題が少なくとも避けて通れない問題となりつつあることは事実である。畜産をとりまく状況はますます厳しくなることが予想され、一刻も早い畜産環境問題の解決が望まれる。そのため、栄養学からのアプローチ、すなわち栄養制御により環境負荷を低減する技術の確立が緊急に望まれている。

文献

- 1) 農林水産省大臣官房企画室：「環境と農業をめぐる現状と課題」，第 7 回懇談会資料，1991。
- 2) 農林水産技術会議事務局：「日本飼養標準・家禽」，中央畜産会，1997。
- 3) J.B. Schutte *et al.* : Proc. 18th World's Poult. Congress, 808 (1984)。
- 4) J.P. Holsheimer & W.M.M.A. Janssen : *Br. Poult. Sci.*, 32, 151 (1991)。
- 5) J.F. Parr & J.D. Summers : *Poult. Sci.*, 70, 1540 (1991)。
- 6) 山崎 信ら：日本家禽学会誌，33, 249 (1996)。
- 7) 古谷 修ら：日本養豚学会誌，34, 15 (1997)。

- 8) F. Tachibana & H. Ubagai : *Anim. Sci. Technol.*, **68**, 640 (1997).
- 9) 徐 春城ら : 日本養豚学会誌, **34**, 70 (1997).
- 10) B.J. Kerr *et al.* : *J. Anim. Sci.*, **73**, 433 (1995).
- 11) B.I. Fancher & L.S. Jensen : *Poult. Sci.*, **68**, 897 (1989).
- 12) E.T. Moran, Jr. *et al.* : *Poult. Sci.*, **71**, 1687 (1992).
- 13) 農林水産技術会議事務局 : “日本飼養標準・豚”, 中央畜産会, 1998.
- 14) 須藤まどか, 小原嘉昭 : 畜産の研究, **50**, 1109 (1996).
- 15) 武政正明, 土黒定信 : 日本家禽学会誌, **28**, 284 (1991).
- 16) 武政正明, 村上 斉 : 日本家禽学会誌, **32**, 342 (1995).
- 17) T.S. Nelson *et al.* : *Poult. Sci.*, **47**, 1842 (1968).
- 18) F.J. Schoner & P.P. Hope : *Proc. 19th World's Poult. Congress*, **3**, 429 (1992).
- 19) 武政正明ら : 日本家禽学会誌, **33**, 104 (1996).
- 20) G.L. Lynch : *Feedstuffs*, **68**(14) (Apr. 1), 12 (1996).
- 21) G.L. Cromwell : *Feedstuffs*, **63**(41) (Oct. 7), 14 (1991).
- 22) 斎藤 守ら : 日本養豚学会誌, **33**, 155 (1996).
- 23) A. Pointillart : *J. Anim. Sci.*, **96**, 1109 (1991).

プロフィール

中村 宜督 (Yoshimasa Nakamura) 昭和45年7月4日生<略歴>平成5年京都大学農学部食品工学科卒業/10年同大学大学院農学研究科修了(農博)/同年日本学術振興会特別研究員(同大学農学研究科), 現在にいたる<研究テーマと抱負>植物性食品因子(フード・ファイトケミカル)による酸化ストレス制御(特に活性酸素産生源としての白血球に着目)とがんの化学予防<趣味>野球(実戦&観戦, 最近もっばらMLBマニア)

成澤 才彦 (Kazuhiko Narisawa) Vol. 35, No. 11, p. 807 参照

二宮 善文 (Yoshifumi Ninomiya) 昭和24年1月1日生<略歴>1974年岡山大学医学部卒業/1979年東京医科歯科大学大学院修了/同年同大学難治疾患研究所異常代謝学助手/1980年米国ニュージャージー医科歯科大学ラットガース医学校特別研究員/1984年同校助教授/1985年ハーバード大学医学部助教授/1990年同準教授/1991年岡山大学医学部教授, 現在にいたる<研究テーマと抱負>発生や細胞分化を誘導する因子の解析, 基底膜の構築と遺伝子発現, マトリックス遺伝子の発現調節機構, び慢性平滑筋腫を伴うアルポート症候群の病因解析, がんの転移とエンドスタチンの

血管内皮細胞増殖抑制効果, クモ膜下出血後の脳血管攣縮を予防する試み, 血液脳関門とアストロサイト/内皮細胞/マトリックス構築に関する研究<趣味>クラシック音楽鑑賞

西村 弘行 (Hiroyuki Nishimura) 昭和20年2月14日生<略歴>1969年名古屋大学大学院農学研究科修士課程修了/同年北海道大学農学部農芸化学科助手/1974年農博(北海道大学)/1975~77年米国カリフォルニア大学パークレー校博士研究員/1988年北海道大学農学部農芸化学科助教授/同年北海道東海大学工学部生物工学科教授, 現在にいたる<研究テーマと抱負>北方食用野草の生体調節機能成分の研究および植物情報物質に関する研究を通じて, 社会に還元できる応用分野を目ざしている。これまでギョウジャニンニクなど健康食材を活用した大学主導のベンチャー企業を起こしている<趣味>囲碁(3段), ゴルフ

野村 紀通 (Norimichi Nomura) 昭和44年9月9日生<略歴>平成5年京都大学農学部水産学科卒業/10年同大学大学院農学研究科博士課程修了(農博)/同年日本学術振興会特別研究員(同大学農学研究科応用生物科学専攻海洋分子微生物学分野), 現在にいたる<研究テーマと抱負>海洋性超好熱古細菌イントロンの細胞間転移を応用した新たな遺伝子組換えツールの構築<趣味>木版画制作, 散策

マと抱負>海洋性超好熱古細菌イントロンの細胞間転移を応用した新たな遺伝子組換えツールの構築<趣味>木版画制作, 散策

羽柴 輝良 (Teruyoshi Hashiba) Vol. 35, No. 11, p. 807 参照

羽曾部正豪 (Masahide Hasobe) 昭和31年2月15日生<略歴>1980年東京水産大学卒業/1982年同大学大学院修了/1983年国立予防衛生研究所研究生/1986年北海道大学大学院薬学研究科博士課程修了/同年米国カンザス大学薬学部ポスドク/1989年東京水産大学資源育成学助教授, 現在にいたる<研究テーマと抱負>魚類細胞生物学(機能性魚類細胞の開発)と魚類ウイルス学(ウイルスワクチンの開発)<趣味>釣り, 特にフライ

橋本 渉 (Wataru Hashimoto) 昭和42年2月1日生<略歴>平成2年京都大学農学部食品工学科卒業/4年同大学大学院農学研究科修士課程修了/7年同博士課程単位取得/同年同大学食糧科学研究所助手, 現在にいたる<研究テーマと抱負>細菌におけるヘテロ多糖の取り込みと資化機構の解析<趣味>読書, 将棋