

国際化に対応する家畜－作物体系の統合

— タイ・英国畜産学会共催国際学会における総合的環境論議の報告 —

財団法人 畜産環境整備機構 顧問 渡邊昭三

まえがき

「国際化に対応する家畜－作物体系の統合」をテーマに、タイ・英国畜産学会共催国際学会が、2005年11月14～18日にわたり、タイ国東部の中心コンケン市で開催された。この学会は英国畜産学会の肝いりで、過去2回ケニア（1998）、メキシコ（2002）で開催され、今回が第3回目である。今回の学会は、コンケン大学農学部畜産学科のメタ・ワナパット教授を組織委員長にタイ畜産学会により運営された。世界45カ国から550名が参加し、招待講演（基調論文）53題、口頭発表173題、ポスター発表115題が行われた。

部会は総会1（小規模農業と国際化）・総会2（生産システム・地球温暖化）、環境、熱帯酪農、反芻動物栄養1・2、飼料資源評価、飼料安全・コーデックス・家畜飼料給与基準、飼料科学、東南アジア天水農業地帯における作物－家畜システム研究ネットワーク（CASREN）、羊・ヤギ・ウサギ、反芻胃生態学、作物・家畜・人々、肉の科学、遺伝育種、家畜遺伝資源、地域飼料資源、役畜の多目的役割、家畜生理、薬用植物、酪農／家畜／作物システムの力学、有機家畜、有機家畜システムの経済と資源、国際化への対応、家禽、養豚で構成された。

プロシーディングは、基調論文を第1巻（510頁）に、口頭発表およびポスター発表を第1巻より厚い第2巻（登録番号順頁）に収めている。

本稿では、学会の狙いを明らかにしている総会講演のタイトル並びに農業生産システムの持続性と環境保全の総合的視点を焦点とした環境部門基調講演の概要について報告する。

総会講演

総会講演（P）は全7題で2部に分けて行われた。演題をみると、この学会の狙いがよくわかる。第1部は開会式に引き続き行われた。

P1 国際化時代の小規模畜産について：Otte, M.J.

(FAO), A. Costales & M. Upton (英国)

P2 作物－家畜を統合した貧困対策：過去の研究を基礎にした将来への挑戦：Lenné, J.M. & D. Thomas (英国)

P3 アジアにおける鳥インフルエンザの発生：Benigno, C., H. Wagner (FAO/RAPA) & W. Kalpravidh (タイ)

総会第2部は学会第2日（11月16日）に行われた。

P4 小規模農業の進展における国内総幸福：福祉と社会的安定性：Chantalakhana, C., M. Wanapat (タイ) & L. Falvey (オーストラリア)

今回の学会で、筆者がこれまで出席した国際学会すべてを通して、もっとも感銘を受けた講演である。哲学的宗教的ともいえる深い洞察に基づき、タイ王国の小規模農業と農業者の幸福を、社会と世界の今後の発展の中に位置づけて、農業研究者、同政策立案者、教育者、宗教関係者、政治家に「国内総生産」に對置して「国内総幸福」の価値観を提言している。

論者は国際化や商業的農業、国際化された部門の効率性に単に反論するのではない。単にそれらが小規模農業者のための妥当なシステムに配慮していないことを指摘する。事実上世界を一つの幸福な大工場にしようとするかにみえる。このために個人的社会的平和と安定を保全する基礎になる価値観システムは犠牲にされると説く。

小規模農業の改善のためには、①農業者に社会的安定と福祉を提供すること、②国家的、社会的、政治的、経済的安定を維持すること、③文化・自然についての国民的伝統を維持し推進することを基盤に、④自給経済と社会的公平性を支援すること、⑤国家的食料安定を維持すること、⑥農村の貧困を緩和すること、⑦向上した収入あるいはGDPによって生まれる余裕の満足感を提供する。この際のGDPよりも高いレベルの満足感をGDH－国内総幸福と定義する。そして次に小規模農業の幸福およびメリットを考察している。

Chantalakhana博士は、タイ国カセサート大学名誉教授で、畜産学（家畜育種）を専攻され、国内のみならず国際的にも多くの要職を歴任され、特にアジア大洋州の畜産学会の発展に献身的に尽力されている。筆者は1973年メルボルンの第3回世界畜産学会で知り合っている。今日まで深い交誼をいただいている。

P5 地球温暖化における家畜の役割：Jhonson, D. (米国), O. Pongchompu & M. Wanapat (タイ)

P6 潜在的重要性をもつ反芻家畜統合による生産性の向上：東南アジアにおける樹木作物システム：Devendra, C. (マレーシア)

P7 飼料資源利用：展望と潜在的可能性 Rowlingson, P. (英国), M. Wamapat & C. Wachirapakom (タイ)

P8 オーストラリアにおける養豚と養鶏の作物-放牧地輪作への統合：福祉、生産とその態様：Glatz, P.C. & Z.H. Miao (オーストラリア)

環境部会の講演

この部門は、第1日の午後いっぱいを使い、基調講演 (K) 6 題で構成された。演題と講演者の構成計画について、筆者が組織委員会の依頼を受け協力したところである。従来の畜産環境シンポジウムのように、処理技術や環境汚染現象そのものについてではなく、農業生産システムの持続性と環境保全、社会的経済的意義の総合的視点からの報告 6 題から構成されている。

K1 農業生産と環境影響制御から見た家畜排せつ物栄養素利用の南北格差とその解決法について：渡邊昭三 (日本)

家畜排せつ物は、耕地土壌の肥沃度保持のために重要な資源であると総論では認識されている。しかしながら、これが土壌の栄養素として必須の役割を持っている、アジア、サハラ以南のアフリカの開発途上国の作物-家畜複合システムにおいては、家畜排せつ物の窒素とリンが不足して、土壌栄養素バランスが毎年マイナスになっている。また、途上国では、それを補充する化学肥料の購入もままならない。これに対する当事国の普及指導、行政対策も不十分である。また、国際的にみて、このことに対する畜産研究者の関心と対応も持続的生産上の問題の大きさと深刻さに比べれば不十分であると思われる。

一方OECD諸国では、最近の畜産の発展はその排せつ物栄養素が作物と耕地土壌の同化能力に対して限界に達し、その流亡により環境汚染が憂慮される状況と

なっている。

この南北格差について、世界の農業地帯を永久草地と耕地の比率で性格付けし、単位農地面積あたりの家畜単位数、化学肥料の消費量の分析、作物-家畜複合システムの5サブタイプについて、それぞれ家畜排せつ物栄養素の生産と回収効率と単位面積当たりの必要家畜単位数について総説した。また格差の実例として、西アフリカ・ニジールのパールミレット-牛・羊・ヤギシステムにおける深刻な栄養素マイナスバランスと、日本の豊橋地区における域内窒素過剰生産（必要量の180%）と堆肥化処理による域外輸出で地域バランス（必要量の51%）を維持している例を紹介した。

筆者は、一般に家畜の生理的生産技術に関心を持つ世界の畜産研究者が、家畜排せつ物の肥料資源としての量的また社会的意義のこの格差について、まったく正反対の技術開発・普及、行政対策が必要なことを明確に認識して欲しいこと、それぞれに対して十分な研究努力を傾倒して欲しいことを提言しようとした。

K2 アメリカ合衆国とアジアにおける集約畜産経営体に対する規制と事業者の対応：

Humenik, F.L., R.L. Vetter (米国), Liang C. Hsia & Shanda Liu (台湾)

筆者の指摘する格差問題の先進国側の実情報告として、米国の畜産濃密州ノースカロライナについて、同州立大学のフメニック教授にお願いした報告である。同時にアジアの例として台湾ピントン大学のシャー教授にもお願いしたが、同教授は都合により出席できなかったため、共同研究を行っているフメニック教授が連名で報告された。

「米国の新しい規制としては2002年12月の大規模集約畜産経営体 (CAFO) に対する環境庁規制、悪臭・アンモニア放出低減、環境の質の保全、健康被害の最少化など全国、州単位の共同体制による環境保全遵法活動が紹介された。

歴史的にまた事実上すべての家畜家禽の排せつ物は持続的農業生産のために土地に施用されてきた。しかし現在畜産事業体の規模が拡大し排せつ物施用のための農地面積が不足するようになり、また農地施用は農学的に適切な施用率で実施するよう規制されたため、畜産事業体はより多くの土地が必要になった。特に排せつ物の窒素対リンの比率から、リンについては窒素より広い面積を必要とする（特に多年の多量投入でリン過剰圃場もみられるので）。畜舎構造と家畜排せつ

物管理システムが、臭気、アンモニアおよび温室効果ガスの放出と同様に、地表水と地下水の水質に及ぼす影響については、国際的に見ても大規模集約畜産経営体に対して新しい規制とその遵法対策を課すことになった。ここで家畜排せつ物の成分の保持と利用について、付加価値を高めた加工品にすること、すなわち、エネルギー、農業用資材、飼料原料、温室用資材その他の生産物とし、自己農場外で利用あるいは市場で販売できるようにすることが強調されるようになった。この進め方は自然資源を保全し排せつ物を付加価値製品にと加工し、環境的に健全で個人と社会の要求を満足するように、不可避的な高い処理コストを相殺することを目指すものである。

そして、ノースカロライナ州における新技術対応として、2000年に州がスミスフィールド社と締結した民間の研究費拠出により、州立大学をあげて従事した主に養豚農場の環境保全を目指した「優良技術」緊急開発の成果が詳細に報告された。

K3 排水処理の統合バイオシステム：統合水産養殖による水と栄養素のサイクリング：

Kumar, M. S. (オーストラリア)

南オーストラリア州立大学と州の研究機関の合同による「南オーストラリア研究開発施設、SARDI」における、排水処理（一般と畜産を含む）と淡水水産養殖を組み合わせた、水と栄養素の高度総合利用を狙った研究の紹介である。初歩的な形では、東南アジア諸国で畜産排水と淡水水産養殖は以前から行われていた。

K4 東北タイにおける作物－家畜統合システムにおける窒素サイクルの解析：

松本 成夫, K. Matsuo, M. Odai (日本), T. Chuenpreecha, C. Wongwiwatchai & K. Paisancharoen (タイ)

日本の国際農林水産業研究センターは東北タイプロジェクト「北タイにおける持続的農業システムの開発に関する研究」を実施した。松本博士は1996～2001年の間、持続的農業の基盤として、東北タイに広く分布する砂質土壌における有機物、窒素、リン、カリなどの養分含量、陽イオン交換容量を調査し、極めてせき薄であることを明らかにしている。また、牛・水牛が飼育されているコンケン県における1990～92年の農業の実態から土壌の窒素平衡を検討した結果、年間窒素41kg/haのマイナスであった。同地方の農地土壌の全窒素量は1,200kg/haであるので、このままでは

30年で土壌窒素が0になる計算となる。このことは、サハラ以南の西アフリカの半乾燥・亜湿潤地帯の窒素バランスと同様な深刻な事態である。本学会の趣旨に合わせ、筆者の西アフリカ報告と対置するため松本博士にタイ東北部の土壌栄養素バランスの報告を依頼したところである。

作物－家畜複合システムにおいて、上述の状況を改善するために、まず乾燥家畜ふんと化学肥料の各種の組み合わせ・施用レベルにおける飼料作物（ギニアグラスとトウモロコシ）の生産性を検討し、乾燥牛糞は収量を増加し、深根性のギニアグラスと浅根性のトウモロコシでは、同じ施肥条件で生育反応が異なることを明らかにした。またこの間における土壌の物理化学性の改善を把握した。

次に乳牛の飼養試験に基づき、1.32haの圃場に5頭の搾乳牛と5頭の乾乳牛から構成するモデル作物－家畜体系を設定し、飼料作物の栽培実績と合わせて窒素サイクルを検討した。泌乳牛に必要なエネルギーとたんぱく質は系外から濃厚飼料で補給した。その結果、圃場には牛ふん尿からの窒素が103kg残留することになり、作物の利用率を考慮しても約50kgのプラスバランスとなることが分かった。このモデルが普及すれば、タイ東北部の耕地土壌の栄養バランスは保持される。

K5 東南アジアにおける土地対家畜のバランスとその集約畜産における意義：

Mentzi, H. (スイス) & P. Gerber (FAO)

東南アジアでは、1970年代から養豚、養鶏は商業資本によって急速に発展してきた。一般にこれらの事業体は農地を持たないので、環境汚染が憂慮されてきた。筆者は1996年の第8回AAAPの環境シンポジウムで、日本の教訓に照らし、途上国でも養豚、養鶏の急速成長に対して、先回りした技術・行政対策が必要であることを提言しておいた。

今回の報告は、FAOの立場から東南アジアの養豚・養鶏の持続的成長に伴う家畜排せつ物の処理、土地還元による資源利用と環境汚染防止について、FAOが開始した当面の対策を説明し、集約大規模畜産の環境問題を網羅的に総説している（この内容は先進国ではすでに経験済みで新しいことではない）。

「東南アジアで大規模集約畜産が急速発展をしていることに鑑み、FAOは「家畜、環境、開発計画(LEAD)」を組織内各部署を横断して開始した。そしてLEADのもとに「地域内集約畜産と作物生

産の統合 (AWI) プロジェクトを開始した。AWIの第1段階ではタイ、中国、ベトナムにプロジェクト拠点を設置して現地検討を開始している。第2段階では地球環境施設 (GEI) プロジェクトとし、同様にタイ、中国、ベトナムで2006年から開始する。ここでは①家畜排せつ物処理利用戦略の妥当性、②環境対策政策の推進、③家畜と環境との関係についての意識を高めるため、政策立案者、普及関係者、家畜農家、作物農家の研修・教育を行う。現状評価としては、特に汚染にさらされている地域を確認しそれぞれの対策方向を打ち出す。

FAOは、NuFlux-AWIという、各国の異なる条件の下で畜産環境管理に利用できるコンピュータープログラムを作成した。英語、タイ語、中国語、ベトナム語、スペイン語で作成されており、LEAD Virtual Centre (<http://lead.virtualcentre.org/selector.htm>; R & D, AWI) でダウンロードできる。このプログラムでは、①家畜特に豚と家禽の栄養素と重金属の排せつ量を推定する。②豚と家禽の異なるタイプの厩肥の量と化学成分を推定する。③作物の必要とする栄養素を推定する。④厩肥と他の肥料の栄養素と作物の栄養素要求量間のバランスを推定する。⑤各種作物に厩肥を配分するための肥料計画の計算を可能にし、そして化学肥料で肥料計画を補足する。—ことができる。

K6 複合家畜—作物農場における農場全体の窒素とリンのバランスとサイクリングの経済的環境的解析：Wattiaux, M.A. (米国), D. Pollerin (カナダ), S.A. Flis (米国) & E. Charbonneau (カナダ)

畜産農場現場の環境問題を考えている者にとって、最も待望される報告の一つである。著者は第一に複合酪農システムにおける窒素とリンのバランスとサイクリングの概念を文献により調査した。第二に大学の推奨でデータと最良の管理を基礎として、ウィスコンシン州において期待される家畜排せつ物窒素とリンのサイクリングの効率を推定した。第三に栄養素過剰を低減するために農場管理の経済性そして環境的影響を評価するための解析の道具として、栄養素サイクリング、作物、家畜、環境モデル、N-CyCLEを開発した。

「作物—家畜複合生産システム」の家畜作物要素間の窒素とリンのサイクリングの効率は家畜排せつ物の適切な管理によって決まる。家畜と植物の栄養素の必要量については、専門的研究によって決定されているが、農場レベルにおける窒素とリンのバランスと、

利用効率については、解析の手段が少数しか報告されていない。オランダ、ニュージーランド及び米国の比較をすると、主要な投入 (飼料、肥料及び窒素の生物学的固定) の量と比率に大きなばらつきがあることが分かった。これらの国々の農場全体の効率 (算出/投入) は、それぞれリンについて44,20および42%であり、窒素については25,40および43%であった。米国中西部の酪農場でもっと多く使われている推奨値を用いると、家畜排せつ物の窒素とリンの農場内栄養素の流れへのリサイクリングはそれぞれ23%と50%であった。

N-CyCLEを用いて線形計画解析を行うと、典型的中西部酪農場の収入を最大化するシナリオに対して、管理方式の変更は農場の収入にほとんど影響を及ぼさずに、全農場の過剰リンの40%~50%を削減し、過剰リン80%の削減まで可能性があるが、これには大きなコストがかかる。対照的に、窒素では管理方式の変更は収入に影響を与えずに、農場全体の過剰窒素の5%しか削減できない。しかし、全農場の窒素バランスを最少にすると、過剰窒素の12%が削減される。(筆者注：このことは窒素については既に農場内のバランスが考慮されてきているが、リンについてはほとんど配慮されてこなかったので改善余地が大きいと思われる。) 複合家畜—作物システムにおける管理の単独要素として、施肥、家畜飼料給与及び家畜排せつ物の配置については、さらなる解析モデルが必要である。」

N-CyCLEモデルは、<http://dairynutrient.wisc.edu/N-CyCLE/>で得られる。

あとがき

今回の学会の所感として、地球的にみて家畜—作物体系の持続的生産と環境の保全のために、地域的に農場を独立単位とする管理モデルの早急な確立が求められていることを痛感した。すなわち単位農場を、例えば飼養モデルにおける1家畜個体あるいは栽培モデルにおける作物個体のように、独立した実体と定義して栄養素バランスと過剰の配分・収量・環境・経済を一体的に管理するモデルである。これまで、これらの要素は個別にしか取り扱われてこなかった。この地域的基本モデルによって、開発途上国における家畜排せつ物栄養素が不足、先進国における集約大規模家畜生産と土地の不均衡、途上国における耕地なし集約家畜生産の急速成長が起す問題なども解決の道が開けることになる。