

シンポジウム報告

第一回畜産における温室効果ガスの制御と利用に関する国際会議 (GGAA2001)

高橋 潤一

帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

はじめに

2001年11月7日～11日の5日間、帯広市十勝プラザを会場に「第一回畜産における温室効果ガスの制御と利用に関する国際会議」(The 1st International Conference on GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE, GGAA2001)が開催された。本国際会議の実行委員長として会議を総括する。

1. 会議開催目的

家畜消化管に由来するメタン放出は全発生源の15%を占め、地球温暖化との関連から削減が求められている。また家畜糞尿からは二酸化炭素及びメタンの温室効果ガスの他に揮散するアンモニア、硫化水素等の有害ガスが酸性雨の一因を成し、全世界的な地球環境問題になっている。畜産業の持続可能な発展は環境保全の面からこれら環境有害ガスの制御と利用によって可能になるものと考えられる。

家畜消化管に由来するメタンは可燃ガスとして回収することはできないが、家畜排泄物から生じるメタンガスはバイオマスガスとして発電等のエネルギー源として有効利用することができる。メタンガスの活用によるローカルエネルギーの推進によって化石燃料消費の節減、さらに液肥・堆肥の有効利用による化学肥料に頼らない環境保全型農業の推進を図ることが可能となる。

本国際会議では、畜産に関わる温室効果ガスの中で、とくにメタンを重要と位置づけ、その制御技術とバイオマスエネルギーとしての積極的な利用技術について世界の研究者・技術者が協力して討議し、その成果を地球環境保全に資すると共に循環型社会の形成に寄与することを目的とする。

2. 会議用語

英語(同時通訳)

3. 会議構成

本会議は、特別講演、口頭発表、ポスターセッションより構成された。同時に現地見学会および関係団体および民間企業が参加する「循環型農業見本市 in とか

ち」が開催された。また現地見学会と同一日に一般市民、農業者を対象とした「畜産における自然エネルギーとからフォーラム」を開催した。

4. セッション

次の8セッションについて論文発表と討議が行われた。

- セッション1 畜産業と温室効果ガス
- セッション2 ルーメン内メタン細菌の制御
- セッション3 家畜消化管からのメタン低減のための栄養学的制御
- セッション4 メタンガス低減のためのルーメンエコシステムのバイオエンジニアリング
- セッション5 バイオガスプラント
- セッション6 畜産廃棄物・有機性廃棄物のコンポスト化技術
- セッション7 畜産廃棄物・有機性廃棄物の土壌還元技術
- セッション8 バイオリサイクリングの関連技術

GGAA2001 国際会議開催までの経緯

本国際会議の開催までには3年間の準備期間を要した。世界でも有数の畜産地帯であるオーストラリア・クイーンズランド州の中心大学であるクイーンズランド大学とわが国の主要な畜産地帯である東北海道に位置する帯広畜産大学の多方面の専門分野が協力して家畜由来メタンの制御・利用技術を開発して体系化することを目的として日豪政府間プロジェクト(95 AGF 05)を締結した。文部省(現:文部科学省)科学研究費による支援を受け、1999年からクイーンズランド大学との共同プロジェクトを開始した。この文部省科学研究費の研究課題名は「畜産に関わる温室効果ガスの制御と利用」で、期間は1999年度から2001年度の3カ年である(研究代表者高橋潤一)。本科学研究費では1999年にオーストラリア・クイーンズランド大学において日豪の研究者によるワークショップを開催し、家畜由来メタンの制御・利用技術の体系化について討議した。すなわち、安全な天然資材による家畜のルーメン内メタン発酵の栄養学的制御技術に関する共同研究を基軸にして、さらに家畜糞尿のメタン発酵に

対しても環境工学・生化学的制御技術の導入について両大学の研究者で検討した。ワークショップでは糞尿処理の適正化技術及びその資源化についてバイオガスプラント技術についても活発に討議し、それらの議事録を製本し、出版した (YOUNG, TAKAHASHI and COPLAND, 1999)。

また 2000 年にはメタンエネルギーの高度化変換バイオシステムの構築を目指して、専門分野を拡大し、日本学術振興会の平成 12 年度日豪科学共同事業による国際セミナーをクイーンズランド大学で開催した。国際セミナーの課題名は「畜産に関わる温室効果ガス—メタンの制御と利用」(研究代表者高橋潤一)。

(1)ルーメンメタン生成の制御：反芻家畜のルーメン内メタン発酵の制御に関して、メタン生成菌の DNA 解析、バイオエンジニアリングについて偏性嫌気性菌であるメタン生成菌の制御の可能性が示唆された。またルーメンメタン制御を目的として抗生物質に替わる動物体、人体及び環境に安全な微生物製材等のプロバイオオティクスの開発が提案された。(2)家畜糞尿処理：日豪の研究者から両国の家畜糞尿処理の現状と問題点が報告された。わが国においても家畜糞尿が原因となる河川の硝酸態窒素濃度の上昇あるいはクリプトスポリジウム等の病原性原虫による水質汚染が大きな環境問題となっていることが報告された。クイーンズランド州では水資源に乏しいことから、各畜産農家ではラグーン等を利用して固液分離、その上澄水のリサイクルを行っている。しかし、これらは地下水源、河川を汚染し、近接する住環境に悪影響を及ぼしている。またラグーンから放出されるメタンは相当量に上ると推定されるが、これに対してもまだ有効な処置は講じられていないことが判明した。温室効果ガスの放出に関する日豪両国共通の問題点はメタンの他に家畜糞尿の堆肥化に伴うアンモニア揮散の問題がある。揮散したアンモニアに由来する亜酸化窒素 (N_2O) はもう一つの温室効果ガスとなり、酸性雨の原因ともなる。また家畜糞尿を含む有機性廃棄物リサイクルのためのコンポスト処理技術がオーストラリア研究者から提案された。さらにスラリーのインジェクション法が報告され、インジェクション法はスラリー散布に比べ、耕地施用時の悪臭・アンモニア揮散抑制に有意な方法であることが明らかになった。(3)バイオガスシステム：糞尿処理の適正化技術及びその資源化についてバイオガスプラント技術の報告が行われ、家畜糞尿から得られるメタンエネルギーの利用についてメタンから水素を利用する燃料電池の開発技術について報告された。将来小型プラントの実用化により、家畜糞尿を高度に利用する地域循環型農業の実現が可能であることが提起された。これらの成果を纏め、クイーンズランド大学より出版した (TAKAHASHI and YOUNG, 2000)。

さらに科学研究費最終年度の 2001 年には参加国を

全世界に拡大し、帯広において国際会議「畜産における温室効果ガスの制御と利用」を開催し、その中で、これらの共同プロジェクトの成果を公開することを決議した。これまでわが国においてもメタンの利用を含めた畜産廃棄物処理の国際会議が専門分野ごとに開催されているが、家畜の飼養管理から消化管発生メタンの制御及び排泄物発生メタンの利用まで一貫した総合管理技術に関する研究報告あるいは学術会議は世界的にも例がない。これらの技術構築のためには動物栄養学、微生物学、生化学、工学及びバイオエネルギー評価システムのための社会経済学分野まで幅広い研究分野の結集が必要であると考えられた。会議開催に向けて帯広畜産大学を中心とした実行委員会が発足した。英・和の First Announcement を作成し、国内外の各種学会で配布すると同時にホームページ上で公開し、各種学会にもリンクを張って、参加登録と論文の募集を行った。参加登録と論文投稿はインターネットで直接可能とし、Announcement は Second, Final と版を重ね、広報活動を行った。わが国の農畜産業の中心地十勝という場所において開催される環境問題の重要性と開催意義から本国際会議で得られる全ての成果を科学者・技術者にとどまらず、行政、農業関係者、一般市民全てに開放することを開催の趣旨とした。その結果、大きな反響を呼び、海外 21 カ国から論文の投稿と登録があった。登録者はフルレジストレーションが 156 名であったが、日割りの登録者を加えると参加登録者は 220 名に達した。また畜産における自然エネルギーとからフォーラムには多数の一般市民、農業関係者を含む 320 名の参加があった。投稿論文数は基調講演 3 題、招待講演 29 題、一般講演 62 題 (口頭 16, ポスター 46) であった。

GGAA2001 プログラム

1. 基調講演

国際連合大学副学長鈴木基之の「畜産の持続的システム」、オーストラリア・クイーンズランド大学教授 Bruce A. YOUNG による「温室効果ガスと畜産」及びマレーシア・プトラ大学助教授 J. B. LIANG の「アジアにおける温室効果ガスと畜産」の 3 氏による基調講演があった。鈴木副学長は国連大学の環境政策ゼロエミッションについて事例を挙げ、畜産にとって、窒素等の物質の完全な循環利用の構築が持続可能な畜産システムを選択する上で、重要な要因となることを解説した。

2. 招待講演

セッション 1 では畜産草地研究所寺田文典の「地球温暖化とわが国の畜産」オーストラリア・クイーンズランド第 1 次産業省 T. A. STREETEN の「集約的畜産における家畜糞尿の適正処理」及びオーストラリ

ア・ニューサウスウェールズ農業省 R. S. HEGARTY の「家畜からのメタン放出軽減のための戦略—オーストラリアの選択とチャンス」の3題の講演があった。Hegarty はウイルス法、ワクチン法などルーメンメタン低減法に関するオーストラリアの最新の研究開発を紹介した。セッション2では英国 ADAS 栄養学研究所 A. R. Moss の「反芻動物によるメタン生成の環境的抑制」コロラド州立大学 D. E. JOHNSON の「反芻家畜生産システムからのメタン、亜酸化窒素及び二酸化炭素の放出」及び北海道農業センター久米新一の「メタン発生量の低減に適した北海道型酪農経営方式の確立」の3題の講演があった。Moss はルーメンメタン生成と環境温度との関係について、Johnson は温室効果ガスの意義を組み込んだ家畜生産システムについて米国の肉牛生産システムとニュージーランド酪農システムを概説した。セッション3では帯広畜産大学高橋潤一の「反芻動物からのメタン放出の栄養学的マニピュレーション」、ワシントン州立大学 K. A. JOHNSON の「家畜からのメタン放出測定のための6フッ化硫黄の利用」及びエチオピア国際家畜研究所（オーストラリア CSIRO）G. J. McCrabb のオーストラリアにおける肉牛及び酪農生産システムからのメタン放出軽減のための栄養学的方法の3題の講演があった。とくに Johnson のトレーサー法は放牧家畜のメタン放出測定を可能にし、現在各国の研究者によって応用されている。セッション4では畜産草地研究所三森眞琴の「PCR法によるルーメン内メタン細菌の検出」、オーストラリア CSIRO C. S. McSweeney 「反芻胃内メタン生成の阻害とそれが飼料摂取量、消化率及び家畜生産に及ぼす影響」及び東京農工大学板橋久雄の「ルーメンからのメタン放出の科学的及び生物学的低減」の3題の講演があった。三森は PCR 法によるメタン菌検出法の簡便性と有用性について解説し、板橋は生物学的メタン低減法として酵母等のプロバイオティクスの有用性について示唆した。セッション5では中国農業大学 R. Dong の「中国における嫌気性発酵の現状」、ドイツ・リンデ社 G. Langhans の「ドイツにおける糞尿と生物廃棄物の消化—歴史、動向及び実用上の検証—」及びデンマーク BWSC L. Ellegard の「デンマークにおける家畜糞尿を対象とした大型バイオガスプラント—プラントの構成と運転経験—」のバイオガスプラントに関する中国の事例とドイツ及びデンマークの企業研究者・技術者の講演があった。セッション6では北海道大学松田従三の「家畜糞の堆肥化におけるアンモニア揮散」、オーストラリア・サウスクイーンズランド大学 P. Pittaway の「リサイクルのための有機廃棄物のコンポスト化」及び帯広畜産大学西崎邦夫「日本における堆肥化の現状と課題—堆肥化を中心に」の3題のコンポスト化技術に関する講演があった。セッション7ではオーストラリア・クイーンズランド大学 J. N.

Tullberg の「有機性廃棄物の土壌注入時に発生する温室効果ガス量に対する車両走行の影響」、帯広畜産大学岸本正の「家畜液肥施用時の土—機械系の抵抗と土壌踏圧発生要因」、同梅津一孝の「乳牛糞尿と有機性廃棄物の混合嫌気発酵消化液の肥料成分」及び酪農学園大学松中照夫「北海道酪農における家畜糞尿の環境保全的有効利用」の家畜糞尿の有効施用技術に関する4題の講演があった。セッション8ではオーストラリア・クイーンズランド第1次産業省 K. D. Casey の「集約的家畜生産に関わる温室効果ガスとそれらの意味」、電力中央研究所山本博巳の「バイオマスの資源量と転換技術」、東芝コーポレーション「畜産廃棄物を燃料として用いるバイオガス発電システム」及び酪農学園大学干場信司の「循環農業・畜産の実現に向けて」の4題の講演があり、山本はシュミレーションにより経済的視点からバイオエネルギー供給可能量の推定を行った。また永森はバイオガス燃料電池の紹介を行い、干場は循環型農畜産業の再生を訴えた。

3. 一般講演

(1) 口頭発表：セッション1に関してブラジル農業研究所 M. A. Lima, 台湾養豚研究所の J. J. Su, 中国農学アカデミー H. Dong 及びアメリカ農務省の L. A. Harper 4題が発表された。とくに Harper は放牧とフィードロット飼養条件の牛のメタン生成量を測定するために開発した微気象学的テクニックを紹介した。セッション3に関して、スイス畜産学研究所 M. Kreuzer, A. Machmüller, C. R. Soliva グループによる脂肪酸の給与ルーメン及び糞尿由来のメタン放出に対する脂肪酸の影響について中鎖脂肪酸とくにミリスチン酸に着目した *in vivo* 及び *in vitro* の3研究成果が発表された。また英国ローエット研究所 C. J. Newbold はプロピオン酸前駆物質によるルーメンメタン抑制効果について新しい知見を発表した。セッション5のバイオガスプラント関連では京都大学織田敦、島根大学北村豊（佐々木優子）、カナメ・エンジニアリング相馬久及び帯広畜産大学徐世旭の4題で、EUにおける事例紹介と未利用バイオマスのエネルギー資化が発表された。セッション6では畜産草地研究所長田隆及び東北大学中井裕の2題で、家畜排泄物処理過程におけるガス発生量の評価とアンモニア同化微生物に関する知見が発表された。

(2) ポスターセッション：セッション1に関して5題、セッション2では4題、セッション3で6題、セッション4で2題、セッション5で8題、セッション6で5題、セッション7で7題、セッション8で3題、その他4題が発表された。紙面の都合で内容の紹介ができないが、高い水準の研究が多く発表された。詳細は会議のプロシーディングを参照されたい。また「畜産における自然エネルギーとカチフォーラム」につい

ても別の機会に紹介したい。

おわりに

本国際会議には重要な開催趣旨が3点あった。文字通り世界中の研究者・技術者が一堂に会すること、GGAA2001が掲げる課題解決のために、全ての関連専門分野を結集させること、会議を全ての人に開放することである。このため、情報を世界中に発信すると共に、地域住民に対しても参加を呼びかけた。また専門分野を横断するテーマであったことから、分科会の形を取らず、全体会議の形式をとった。これらの趣旨は全てほぼ理解され、国内はもとより海外からの参加者からも高い評価を得た。5日間の会期中晴天にも恵まれ、「循環型農業見本市 in とちぎ」にも多数の人が訪れた。会議終了後、海外から多数のお礼のメールを受けた。それらは十勝の自然と景観の印象を交え、会

議の成功を讃えるものであった。十勝でこのような国際会議を主催できたことは会議場やロケーションのハード面ばかりでなく、開催地帯広市をはじめ、地域の人々の暖かいご支援に恵まれたお陰である。会議の成果は再編集され、Elsevierから単行本として出版の予定である。

文 献

- Young, B. A., J. TAKAHASHI and R. COPLAND (1999) Greenhouse gases in animal husbandry. University of Queensland, Gatton.
- TAKAHASHI, J. and B. A. YOUNG (2000) Greenhouse gases in animal agriculture. University of Queensland, Gatton.
- GGAA2001 (2001) Greenhouse gases and animal agriculture, Dairy Japan, Tokyo.