HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ニュージーランド農業における温室効果ガスの排出動向と削減対応
Author(s)	山本, 康貴; 増田, 清敬; 稲永, 直人
Citation	北海道大学農經論叢, 63, 19-24
Issue Date	2008-06-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/33830
Type	departmental bulletin paper
File Information	63-p19-24.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

農経論叢　Vol. 63（2008）May. pp. 19－24
The Review of Agricultural Economics

ニュージーランド農業における温室効果ガスの排出動向と削減対応

山　本　康　貴・増　田　清　敬・稲　永　直　人

Emission Trends of Greenhouse Gases and Measures against Global Warming in the New Zealand Agriculture Sector

Yasutaka YAMAMOTO, Kiyotaka MASUDA, Naoto INENAGA

Summary

This study analyzed the emission trends of greenhouse gases and the measures against global warming in the New Zealand（NZ）agriculture sector. The NZ agriculture sector has the largest impact for greenhouse gas emission in NZ. Especially, methane emissions from enteric fermentation of sheep, dairy cattle, and non-dairy cattle are significant sources. In accordance with the Kyoto Protocol, NZ's target is to reduce its greenhouse gas emissions to the level they were in 1990. Measures against global warming in the NZ agriculture sector include reduction in breeding numbers（short-term）and the cutting of greenhouse gas emission factors for livestock through research and development（long-term）. However, it is believed that the short-term reduction measure will have a large impact on farmers, such as agricultural income reduction, and the long-term reduction measure will take considerable time to reduce the effects of greenhouse gases.

1. 背景と課題

地球温暖化問題に対する国際的な取り組みの１つである京都議定書は，先進国の温室効果ガス排出量について法的拘束力のある数値約束を国ごとに設定したものである（環境省〔３〕）．京都議定書発効に伴い，温室効果ガス削減が義務付けられたことから，各国は，従来温室効果ガスの主たる排出源とみなされてきた工業分野のみならず，農業分野においても温室効果ガス排出削減対策を実施する必要が出てきた．

ニュージーランド（以下，NZとする）は，世界でも有数の畜産物生産国である．2002年の農業分野総産出額18,098百万NZドルのうち，畜産関連項目の産出額が占める割合は７割以上である（Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand〔５〕）．既往研究では，農業分野の中でも畜産における消化管内発酵や家畜排せつ物が重要な温室効果ガス排出源であることが指摘されている（畜産技術協会〔２〕）．以上から，畜産が盛んであるNZ農業分野から排出される温室効果ガスは，NZ全体の温室効果ガス排出に重大な影響を及ぼしているのではないかと推察できる．

NZ農業分野が，温室効果ガス排出を削減するために，家畜頭数を減らし農産物生産および輸出を減少させるような対応を選択すれば，農業分野だけではなくNZ経済全体にも負の影響を及ぼすことが見込まれる．農産物輸出国であるNZが，経済面と環境面の両立を考慮に入れ，農業分野における温室効果ガス排出削減にどう対応して行くのかという点は，わが国のみならず，世界中が注目する問題ともいえよう．

わが国において，NZ農業分野に関する研究としては，これまで酪農等を対象とした分析が多く行われてきた（荒木〔１〕）．しかしながら，わが国では，NZ農業分野の温室効果ガス排出動向について解明を試みた研究は極めて少ないのが現状である．

本稿の課題は，NZ農業分野における温室効果

ガスの排出動向と削減対応を明らかにすることである．以下，まず2.で京都議定書の概要を踏まえた上で，3.では，NZ農業分野における温室効果ガス排出動向を示す．次に4.ではNZ農業分野における２つの温室効果ガス排出削減への対応策（家畜頭数削減と研究開発）を検討する．最後に5.では要約と結論を述べることにしたい．

2. 京都議定書の概要

京都議定書は，先進国の温室効果ガス排出量について法的拘束力のある数値約束を国ごとに設定したものであり（註１），1997年12月に京都で開催された気候変動枠組条約第３回締約国会議（COP３）において議決され，2005年２月に発効した．

京都議定書で対象となる温室効果ガスは，CO_2，CH_4，N_2O，代替フロン等３ガス（HFCs，PFCs，SF_6）であり，温室効果ガス吸収源として森林等のCO_2吸収量を算入することとなっている．また，2008～2012年の約束期間中に1990年を基準年として（註２），先進国全体で少なくとも５％の温室効果ガス排出削減を目指している．また，国際的に協調して約束を達成する仕組み（京都メカニズム）として，先進国間での排出枠をやり取りする排出権取引，先進国間の共同プロジェクトで生じた削減量を当事国間でやり取りする共同実施，先進国と途上国間の共同プロジェクトで生じた削減量を当該先進国が獲得するクリーン開発メカニズムが導入されている．

本稿の分析対象国であるNZは，京都議定書について1998年５月に署名し，2002年12月に批准した．具体的な温室効果ガス排出削減の数値目標については，NZは０％，すなわち，1990年水準と同等の排出量まで削減することが求められている．

3. NZ農業分野における温室効果ガス排出動向

本節では，New Zealand Climate Change Office〔６〕による温室効果ガスインベントリから，NZにおける温室効果ガス排出について農業分野を中心に整理する（註３）．

１）NZにおける温室効果ガス排出状況

まず，NZにおける温室効果ガス排出状況について，京都議定書の基準年である1990年と2002年のデータについて概観したい．

表１はNZにおける環境負荷別温室効果ガス排出量である．総排出量は，1990年の61,640.0Gg-CO_2-eqから2002年には74,976.3Gg-CO_2-eqに増加しており，21.6％の増加であった．環境負荷別にみると，CO_2，CH_4，N_2Oだけで総排出量のほぼ全てを占めており（1990年で99.1％，2002年で99.4％），特にCO_2とCH_4の排出量が大きかった．また，PFCsを除いた全ての環境負荷が1990年から2002年にかけて増加しており，特に増加率が大きかったのは，CO_2の33.7％とN_2Oの27.9％であった．

表２はNZにおける分野別温室効果ガス排出量である．本稿で分析対象とする農業分野からの温室効果ガス排出割合が1990年（51.9％），2002年（49.2％）ともに最大であった．また，その排出量は，1990年の31,911.2Gg-CO_2-eqから2002年には36,856.6Gg-CO_2-eqに増加しており，その増加

表１　NZにおける環境負荷別温室効果ガス排出量

環境負荷	(Gg-CO_2-eq)				1990年からの変化率
	1990年		2002年		
CO_2排出量	25,254.2	41.0%	33,769.8	45.0%	33.7%
CH_4排出量	25,570.5	41.5%	27,562.9	36.8%	7.8%
N_2O排出量	10,287.3	16.7%	13,159.7	17.6%	27.9%
HFCs排出量	0.0	0.0%	387.6	0.5%	—
PFCs排出量	515.6	0.8%	83.5	0.1%	−83.8%
SF_6排出量	12.3	0.0%	12.9	0.0%	4.7%
総排出量	61,640.0	100.0%	74,976.3	100.0%	21.6%

資料：New Zealand Climate Change Office〔６〕より作成．

表２　NZにおける分野別温室効果ガス排出量

分　野	(Gg-CO_2-eq)				1990年からの変化率
	1990年		2002年		
エネルギー	23,746.8	38.6%	32,047.2	42.8%	35.0%
工業プロセス	2,934.1	4.8%	3,535.1	4.7%	20.5%
溶剤及びその他の製品	41.5	0.1%	48.4	0.1%	16.4%
農業	31,911.2	51.9%	36,856.6	49.2%	15.5%
廃棄物	2,908.5	4.7%	2,394.2	3.2%	−17.7%
合計	61,542.1	100.0%	74,881.5	100.0%	21.7%

資料：New Zealand Climate Change Office〔６〕より作成．
註：主として温室効果ガス吸収源であり，温室効果ガス排出量がマイナスで計上される土地利用変化及び林業分野（-21,665.9Gg-CO_2-eq）を省略した．なお，土地利用変化及び林業分野からは，わずかではあるがCH_4及びN_2Oの排出があるため，表１の総排出量と表２の合計値は一致しない．

表３　NZ における家畜飼養頭数の変化

畜種	万頭羽数		1990年から
	1990年	2002年	の変化率
乳牛	339.1	509.1	50.2%
肉牛	459.7	456.5	−0.7%
羊	5,786.1	4,028.4	−30.4%
山羊	102.6	15.5	−84.9%
鹿	103.6	163.0	57.3%
豚	40.4	35.1	−13.1%
家禽	867.0	2,097.1	141.9%
馬	9.4	7.5	−20.3%

資料：New Zealand Climate Change Office〔６〕より作成.
註：データは，３年間の移動平均値である.

率は15.5%であった．農業分野における温室効果ガス排出量の増加は，消化管内発酵や家畜排せつ物等の重要な温室効果ガス排出源とされる家畜の飼養頭数増加によるものと考えられる．1990年から2002年にかけての NZ における家畜飼養頭数の変化をみると（表３），１頭当たり温室効果ガス排出係数が各畜種で最大である乳牛が50.2%増加していた（註４）．この乳牛頭数の大幅な増加による温室効果ガス排出量増加分が，他の畜種の飼養頭数減少による温室効果ガス排出量減少分を上回ったことにより，農業分野における温室効果ガス排出量が全体として増加したものと推察される.

２）NZ 農業分野における温室効果ガス排出状況

次に，NZ 農業分野における温室効果ガス排出状況を整理する．ここでは，2002年のデータから，その現状を把握したい.

図１に NZ 農業分野における環境負荷別温室効果ガス排出割合（2002年）を示した．農業分野における環境負荷は CH_4 と N_2O のみであり，それらの内訳は CH_4 が65.5%，N_2O が34.5%であった．NZ 農業分野からの温室効果ガス排出が全体に占める割合は（図２），CH_4 で87.6%，N_2O で96.5%を占めていた.

また，図３に NZ 農業分野における排出源別温室効果ガス排出割合（2002年）を示した．消化管内発酵からの排出（CH_4）が64.0%，農用地土壌からの排出（N_2O）が34.2%，家畜排せつ物の管理（CH_4，N_2O）が1.7%，その他（CH_4，N_2O）が0.1%であった．消化管内発酵及び農用地土壌からの排出だけで NZ 農業分野における温室効果ガス排出量のほぼ全てを占めていることが明らかになった．なお，家畜排せつ物の管理の排出割合が低かった理由としては，NZ の畜産は放牧が主体であることから，家畜排せつ物が直接農用地土壌に排出されたことによるものと推察される.

３）レベルアセスメント

レベルアセスメントは，どのカテゴリーの温室効果ガス排出源が全体の温室効果ガス排出量に対

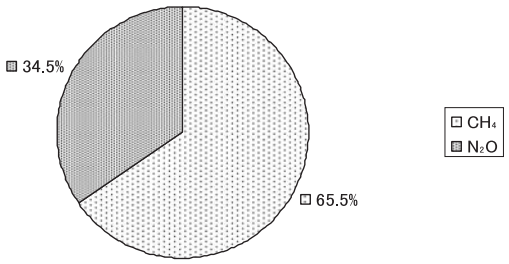


図１　NZ 農業分野における環境負荷別別温室効果ガス排出割合（2002年）

資料：New Zealand Climate Change Office〔６〕より作成.

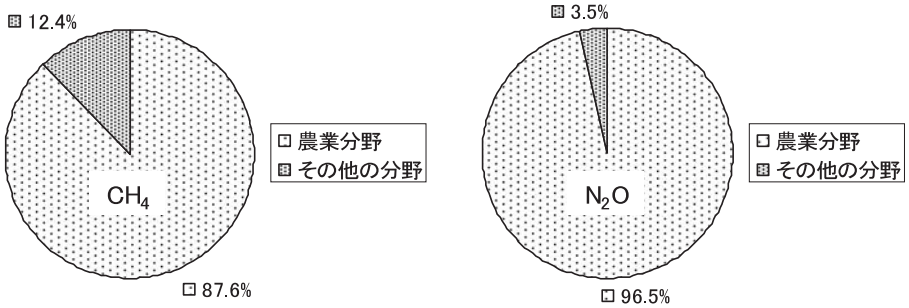


図２　NZ 農業分野からの温室効果ガス排出が全体に占める割合（2002年）

資料：New Zealand Climate Change Office〔６〕より作成.

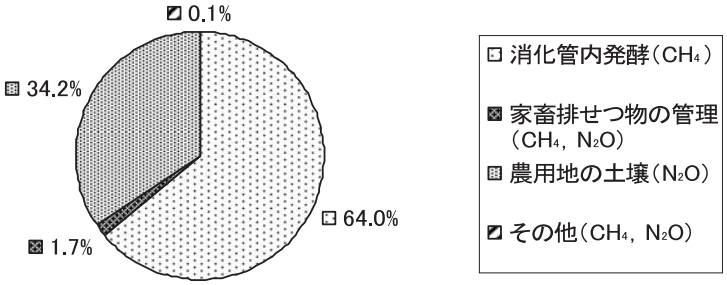


図3　NZ農業分野における排出源別温室効果ガス排出割合（2002年）
資料：New Zealand Climate Change Office〔6〕より作成.

してどの程度寄与しているかを解明する方法で，京都議定書に基づいた各国の排出状況を報告する際に用いられている基本分析ツールのひとつである．具体的には，カテゴリーごとの排出量が国全体の排出量に占める割合を計算し，割合の大きなカテゴリーから各々の割合を足し上げて，全体の95%（または90%）に達するまでのカテゴリーを主要排出源（註5）とするものである（環境省〔4〕）.

(1) NZにおけるレベルアセスメント

表4はNZにおけるレベルアセスメント（2002年，95%まで）である．レベルアセスメントから主要排出源として15カテゴリーが特定化された．分野別に累積寄与度を大きい順にみると，農業分野49.0%，エネルギー分野39.6%，工業プロセス分野4.0%，廃棄物分野2.8%であった．また，第1位が農業分野の消化管内発酵であり，寄与度は31.5%とNZの中でも特に重要な主要排出源であった.

(2) NZ農業分野におけるレベルアセスメント

NZ農業分野における温室効果ガス排出において，表4から畜産が重要な排出源であることが推察されるが，どのような畜種が重要であるのか等の詳細については明らかにされていない．そこで，New Zealand Climate Change Office〔6〕による2002年のデータを再集計し，NZ農業分野に限

表4　NZにおけるレベルアセスメント（2002年，95%まで）

	カテゴリー			温室効果ガス	排出量（Gg-CO_2-eq）	レベル評価寄与度	累積寄与度
1	農業分野	消化管内発酵		CH_4	23,584.7	31.5%	31.5%
2	エネルギー分野	燃料の燃焼(移動発生源)	自動車	CO_2	12,292.6	16.4%	47.9%
3	エネルギー分野	燃料の燃焼(固定発生源)	気体燃料	CO_2	10,420.5	13.9%	61.8%
4	農業分野	農用地の土壌	家畜生産	N_2O	7,255.2	9.7%	71.4%
5	エネルギー分野	燃料の燃焼(固定発生源)	固体燃料	CO_2	3,394.9	4.5%	76.0%
6	農業分野	農用地の土壌	間接排出	N_2O	3,258.0	4.3%	80.3%
7	エネルギー分野	燃料の燃焼(固定発生源)	液体燃料	CO_2	2,491.2	3.3%	83.6%
8	農業分野	農用地の土壌	直接排出	N_2O	2,104.5	2.8%	86.4%
9	廃棄物分野	固形廃棄物処分場		CH_4	2,066.4	2.8%	89.2%
10	工業プロセス分野	金属の生産	鉄鋼製造	CO_2	1,563.8	2.1%	91.3%
11	エネルギー分野	燃料の燃焼(移動発生源)	航空機	CO_2	1,089.3	1.5%	92.7%
12	農業分野	家畜排せつ物の管理		CH_4	548.0	0.7%	93.5%
13	工業プロセス分野	鉱物製品	セメント製造	CO_2	541.7	0.7%	94.2%
14	工業プロセス分野	金属の生産	アルミニウム製造	CO_2	540.3	0.7%	94.9%
15	工業プロセス分野	オゾン層破壊物質の代替		HFCs	387.6	0.5%	95.4%

資料：New Zealand Climate Change Office〔6〕より作成.

表5　NZ農業分野におけるレベルアセスメントの分析結果（2002年，95%まで）

	カテゴリー			温室効果ガス	排出量 ($Gg\text{-}CO_2\text{-}eq$)	レベル評価寄与度	累積寄与度
1	消化管内発酵		羊	CH_4	9,120.3	24.7%	24.7%
2	消化管内発酵		乳牛	CH_4	8,271.9	22.4%	47.2%
3	消化管内発酵		肉牛	CH_4	5,392.8	14.6%	61.8%
4	農用地の土壌	草地・放牧場・小放牧地の排せつ物	羊	N_2O	2,904.4	7.9%	69.7%
5	農用地の土壌	草地・放牧場・小放牧地の排せつ物	乳牛	N_2O	2,514.1	6.8%	76.5%
6	農用地の土壌	草地・放牧場・小放牧地の排せつ物	肉牛	N_2O	1,599.0	4.3%	80.9%
7	農用地の土壌	直接排出	合成肥料	N_2O	1,587.6	4.3%	85.2%
8	消化管内発酵		鹿	CH_4	730.8	2.0%	87.2%
9	農用地の土壌	間接排出（大気沈降）	羊	N_2O	580.7	1.6%	88.7%
10	農用地の土壌	間接排出（大気沈降）	乳牛	N_2O	565.1	1.5%	90.3%
11	農用地の土壌	間接排出（窒素溶脱・流出）	羊	N_2O	508.1	1.4%	91.6%
12	農用地の土壌	間接排出（窒素溶脱・流出）	乳牛	N_2O	494.5	1.3%	93.0%
13	農用地の土壌	間接排出（大気沈降）	肉牛	N_2O	320.1	0.9%	93.8%
14	農用地の土壌	直接排出（畜産廃棄物の施用）	乳牛	N_2O	310.8	0.8%	94.7%
15	農用地の土壌	間接排出（窒素溶脱・流出）	肉牛	N_2O	279.6	0.8%	95.5%

資料：New Zealand Climate Change Office〔6〕より作成.

定したレベルアセスメント（95%まで）を試みた.

表5がNZ農業分野におけるレベルアセスメントの分析結果である．分析結果から15カテゴリーがNZ農業分野の主要排出源として特定化された．第1～3位はいずれも消化管内発酵であり，畜種は羊，乳牛，肉牛であった．これら15カテゴリーについて畜種別の累積寄与度をみると，羊が35.6%，乳牛が33.0%，肉牛が20.6%であり，NZ農業分野における温室効果ガス排出の約9割が羊，乳牛，肉牛によることが明らかになった.

4）小括

以上から，①NZにおける温室効果ガス排出量は京都議定書の基準年から増加傾向にあり，CO_2，CH_4，N_2Oの排出量が特に大きいこと，②NZにおける最大の温室効果ガス排出分野は農業分野であり，全体の排出量の約5割を占めていること，③農業分野における温室効果ガスの種類はCH_4とN_2Oであり，排出源として消化管内発酵によるCH_4排出と農用地の土壌からのN_2O排出が大きな影響を及ぼしていること，④NZにおける温室効果ガスの主要排出源は農業分野に最も多く存在し，特に羊，乳牛，肉牛の3畜種からの排出が大きいことが示された.

4. NZ農業分野における温室効果ガス排出削減対応

前節の整理から，NZ農業分野において，畜産（特に，羊，乳牛，肉牛の3畜種）が温室効果ガスの最大の排出源になっていることが明らかになった．それゆえ，NZが京都議定書の数値目標を達成するためには，畜産からの温室効果ガス排出量をいかに削減していくのかという点が重要といえよう.

温室効果ガス排出を削減する有効な方法としては，以下の2つが考えられる．第1に，飼養頭数を削減するという短期的削減方法である．第2に，研究開発によって家畜の温室効果ガス排出係数を削減するという長期的削減方法である．ただし，京都議定書は，温室効果ガス排出量削減に関する約束期間を2008～2012年に設定している．それゆえ，時間的な余裕はあまりなく，研究開発による長期的削減方法のみでNZの数値目標（1990年水準までの排出量削減）を達成するのは困難と推察される.

そこで，NZ農業分野におけるレベルアセスメントで重要と判断された3畜種（羊，乳牛，肉牛）に限定し，京都議定書におけるNZの数値目標を達成するためには飼養頭数を何頭削減しなければならないかを考える.

これらの3畜種で一律に温室効果ガス排出量を

削減すると仮定した場合，2002年の飼養頭数から各々13.4％を削減しなければならない（註６）．2002年の飼養頭数は，羊4,028.4万頭，乳牛509.1万頭，肉牛456.5万頭である（表３参照）．このとき，削減しなければならない飼養頭数は，羊540.5万頭，乳牛68.3万頭，肉牛61.3万頭となる．

しかしながら，NZ 農業分野総生産額の過半を占める畜産において，農業所得減少等といった農家に大きな影響をもたらす飼養頭数削減という温室効果ガス排出削減の方法が採用されることは，実際には困難と推察される．

4. 結論

本稿の課題は，NZ 農業分野における温室効果ガスの排出動向と削減対応を明らかにすることであった．NZ 農業分野は，NZ の温室効果ガス排出量の約５割を占める最大の温室効果ガス排出分野であること，その中でも畜産（特に消化管内発酵からの CH_4 排出）が温室効果ガスの最大の排出源であり，畜種別では羊，乳牛，肉牛が重要であることなどが明らかになった．

NZ 農業分野が京都議定書における温室効果ガス排出量削減の数値目標を達成する有効な方法として，飼養頭数削減という短期的削減方法と研究開発による家畜の温室効果ガス排出係数削減という長期的削減方法の２つが考えられた．しかしながら，短期的削減方法は農業所得の減少等といった農家に与える影響が大きいこと，長期的削減方法は京都議定書の約束期間まで時間的余裕がないことを鑑みると，いずれにしても NZ 農業分野が京都議定書の数値目標を達成することは困難な点が示唆された．なお，NZ で実際に行われている温室効果ガス排出削減に向けた農業分野での取り組みや政策対応の具体的な内容の解明については，稿を改めて分析を試みたい．

付記：本稿の作成にあたり有益なコメントを頂戴した澤内大輔氏（北海道大学大学院農学研究科）に謝意を表すると共に，本稿の著者３人全員がファースト・オーサーシップを分け合っている点を付記する．

註

（註１）京都議定書の整理にあたり，環境省〔３〕を参照．

（註２）ただし，HFCs，PFCs，SF_6 は1995年を基準年としてもよいことになっている．

（註３）なお，温室効果ガスインベントリでは，各温室効果ガス排出量に地球温暖化係数を乗じて CO_2 等量に換算し，評価が行われている．用いられた地球温暖化係数は，CO_2：１，CH_4：21，N_2O：310，CF_4：6,500，C_2F_6：9,200，SF_6：23,900である．

（註４）乳牛の温室効果ガス排出係数は0.00241Gg-CO_2-eq／頭であり，他の畜種の温室効果ガス排出係数は0.00001～0.00168Gg-CO_2-eq／頭である．

（註５）最新のインベントリ報告ガイドライン（FCCC/SBSTA/2004/8）では，排出源のみならず，吸収源も考慮した分析が必要であるとの観点から，主要排出源（key source category）からキーカテゴリー（key category）に用語が変更されている（環境省〔４〕）．ただし，本稿では，New Zealand Climate Change Office〔６〕による2002年のデータを用いることから，旧来の通り，主要排出源という表現を用いた．

（註６）NZ 農業分野において，2002年の温室効果ガス排出量（36,856.6Gg-CO_2-eq）を1990年水準（31,911.2Gg-CO_2-eq）に削減する場合の削減率は，$\frac{36,856.6-31,911.2}{36,856.6}\times 100=13.4$（％）となる．

引用文献

〔１〕荒木和秋『世界を制覇するニュージーランド酪農―日本酪農は国際競争に生き残れるか―』，デーリィマン社，2003.

〔２〕畜産技術協会『畜産における温室効果ガスの発生制御（総集編）』，畜産技術協会，2002.

〔３〕環境省「気候変動枠組条約・京都議定書」，In http : //www.env.go.jp/earth/ondanka/cop.html，2006.

〔４〕環境省監修『日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2006年８月）』，国立環境研究所，2006.

〔５〕Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand, *Situation and Outlook for New Zealand Agriculture and Forestry,* Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand, 2003.

〔６〕New Zealand Climate Change Office, *New Zealand's Greenhouse Gas Inventory 1990−2002,* New Zealand Climate Change Office, 2004.