

# 가축 장내발효에 의한 국가단위 메탄 배출통계에 관한 연구

이현정\* · 이상철\*\*

축산기술연구소\*, 농림부\*\*

## National Methane Inventory Relevant to Livestock Enteric Fermentation

H-J. Lee\* and S. C. Lee\*\*

National Livestock Research Institute\*, Ministry of Agriculture and Forestry\*\*

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the national methane emission from livestock enteric fermentation.

For methane emission estimation, livestock were mainly categorized to cattle, swine, poultry, sheep, goats and horses, and cattle were further sub-categorized to calves, fattening cattle, breeding cows in Hanwoo and calves, fattening cattle and lactating cows in dairy cattle.

Tier 2 methane emission factors were deduced based on the characteristics of animal performances, live weight, slaughter weight, daily weight gain, and feed digestibility in each category. Tier 2 emission factors of Hanwoo range from 39 to 49 kg/head/year and it is similar to that of Tier 1(47kg/head/year). Tier 2 emission factor of dairy cattle was 107 kg/head/year and it is slightly lower than that of Tier 1(118kg/head/year).

Total methane emission from livestock enteric fermentation by Tier 2 method was estimated to be 126.8 tones in 2001. The methane emissions by Hanwoo, dairy cattle, swine, goats, horses and sheep were 61.70, 47.76, 13.08, 2.25, 0.17 and 0.01 tones, respectively.

By the use of Tier 2 method instead of Tier 1, the accuracy and reliability of methane emission estimates from livestock enteric fermentation in Korea is considered to be improved.

(Key words : Methane, Livestock, Enteric fermentation, National inventory)

### I 서 론

1940년 대기중 메탄 존재에 대해 알려진 이래, 대기중의 메탄은 계속적으로 축적되고 있다. 메탄의 온실가스효과는 이산화탄소에 비해 양은 매우 적지만 에너지를 흡수하는 능력은 21배이고 지구온난화에 15%정도 기여한다고 알려져 있다(IPCC, 1992; Van Nevel과 Demeyer, 1995). 대기중의 온실가스가 증가함

에 따라 지구의 평균기온은 20세기 동안 약 0.6도 상승했으며 2100년에는 2000년 대비 1.4~ 8도 상승되고 2100년 해수면은 최대 88cm 상승되며 기타 사막화, 가뭄, 홍수, 태풍 등 기상이변 빈발이 예상되는 등 지구 온난화가 가속되고 있다(IPCC, 2000).

이러한 가운데 세계 각국은 1992년 「io 세계환경정상회의」에서 기후변화 협약을 채택하여 지구온난화 방지를 위한 국제적 노력

Corresponding author : Dr. H-J. Lee, Dept. of Nutrition physiology, National Livestock Research Institute 564 Omokchun-dong, Suwon, 441-350, Korea, Phone : 82-31-290-1698, Fax : 82-31-290-1792, E-mail : leehj@rda.go.kr

을 개시하였다. 이후 1997년 기후변화협약은 교토의정서에 의해 구체화되었으며 미국을 제외한 38개국이 참여한 가운데 2001년 11월 제7차 당사국총회에서 교토의정서 이행방안이 최종 타결되었다. 교토의정서 이행방안이 최종 타결됨으로써 선진국들(Annex I 국가)의 온실가스 감축 의무 부담이 확정되었고, 우리나라와 같은 개도국들(Non-Annex I 국가)은 일단 의무부담에서 제외되었으나 우리나라가 온실가스배출 세계 10위 국가이자 OECD 회원국임을 감안할 때 조기 의무부담 압력이 가중될 전망이다.

전세계 기준으로 볼 때 농업 특히 반추가축에 의한 메탄배출량이 전체 메탄발생량의 15%를 차지하고(Crutzen, 1995) 우리나라 농업 및 축산부분 온실가스는 전체 온실가스 배출량의 3% 정도를 차지하여 비교적 비중은 높지 않지만 국제적 협약에 따른 배출 감축의 일환으로 감축노력에 참여하지 않을 수 없다. 우리나라도 1995년부터 국내 온실가스 배출량 통계기반을 구축하고 다양한 연구와 정책반영을 통해 온실가스 저감노력을 기울이고 있다.

과거, 축산부분에서 가축 장내발효에 의한

메탄 배출량은 IPCC에서 기후와 가축의 생산성을 기준으로 제시하는 고정된 배출계수와 기초적인 가축분류를 근거로 산출하는 Tier 1 방법을 적용하여 왔으나, 국내 축적된 연구자료와 통계를 근거로 보다 정확하고 신뢰성있는 배출량을 산출하기 위해, 가축을 품종, 성장 및 사양단계로 세분류하고 각 분류집단의 특성과 생산성에 대한 고유의 배출계수를 산출하는 Tier 2방법을 적용하게 되었다.

본 연구에서는 우리나라 가축 장내발효에 의한 메탄배출 통계기반(National methane inventory)을 구축하기 위해 각 축종별 가축의 생산성에 따른 메탄가스 배출계수를 산출하고 이에 따른 가축 장내발효에 의한 배출현황을 구체적으로 추정하고자 하였다.

## II Tier 1 적용에 따른 메탄배출량

수 년전에는 주 메탄 배출원이었던 한우와 젖소의 메탄배출계수에 대한 직접적인 자료가 부족하여 Table 1에서 나타난 IPCC(1992)에서 제시하는 각 축종별 배출계수와 가축

Table 1. Tier 1 methane emission factors(IPCC, 1992)

Livestock	Hanwoo	Dairy cattle	Swine	Sheep	Goats	Horses
Emission factors(kg/head, year)	47	118	1.5	8.0	5.0	18

Table 2. Estimation of methane emission from livestock enteric fermentation by Tier 1

Livestock	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Hanwoo	76.2	83.3	94.9	106.2	112.5	122.5	133.7	128.5	112.0	91.7	74.7	66.1
Dairy cattle	59.5	58.5	59.9	65.3	65.1	65.3	65.0	64.2	63.6	63.1	64.2	64.7
Swine	6.8	7.6	8.2	8.9	8.9	9.7	9.8	10.6	11.3	11.8	12.3	13.1
Sheep	0.024	0.024	0.032	0.016	0.016	0.016	0.016	0.008	0.010	0.010	0.07	0.07
Goats	1.1	1.7	2.5	2.8	3.0	3.4	3.4	3.0	2.7	2.3	2.2	2.2
Horses	0.090	0.090	0.091	0.09	0.108	0.108	0.126	0.144	0.152	0.152	0.190	0.19
Total	144	151	166	183	190	200	212	207	190	169	153.7	146.3

(Unit : Gg/year)

사육두수를 이용하여 축산부분의 메탄 배출량을 산출하였다. Table 2에서는 1980년~2001년까지 가축 수의 변동에 따라 Tier 1 방법에 의해 추정된 메탄가스 배출의 변화 추이를 보여주고 있다. 한우 사육두수가 가장 적었던 1990년에는 총 메탄배출량이 단지 144Gg/년에 머물렀다. 하지만 한우 사육두수가 최대였던 1997년에는 그 숫자가 207Gg/년, 즉 1990년의 1.43배 수준으로 상승하였다가 IMF 이후 가축두수가 감소함에 따라 다시 감소하였다.

2001년 우리나라 가축 장내발효에 의한 연간 메탄배출량은 Table 2에서와 같이 146.3Gg/년으로서 가축별로는 한(육)우와 젖소에서 배출원의 89.4%를 차지하여 장내 발효에 의한 메탄배출이 주로 소에 기인하는 것으로 나타났다. 이 가운데 한우의 메탄가스 배출이 전체 배출의 45.2%를 차지해 가장 높아 한국의 장내발효 메탄 배출량은 한우 사육두수에 의해 크게 좌우된다고 할 수 있다.

### III Tier 2 적용에 따른 메탄 배출량

#### 1. 메탄배출량 산출방법

배출량을 산출하기 위한 방법 및 축종별 배출계수산출을 위한 세부사항은 Table 3에 명시되어 있다.

메탄 배출량은 ① 가축을 동일한 특성을 가진 세부집단으로 분류하고(Table 3) ② 각 집단에 대한 배출계수를 산출하고(Table 7, 8) ③ 집단에 대한 두수자료를 확보하여(Table 4) ④ 세부 집단의 두수와 각 배출계수의 곱으로 산출하였다(Table 9). 최종적으로 ⑤ 각 세부 집단별 배출량의 합계와 축종별 합계를 누적하여 총 장내발효에 의한 메탄 배출량을 산출하였다.

<배출계수 추정치와 총 발생량에 대한 방정식>

$$CH_4 = \sum (EF_i) (N_i)$$

CH<sub>4</sub> = 총 메탄배출량 (kg)

EF<sub>i</sub> = 세부집단 i의 메탄배출계수

N<sub>i</sub> = 세부집단 i의 두수

Table 3. Representative livestock categories

Categories	Sub-categories	Characteristics
Hanwoo	Calves	Female and male calves less than 1 years old
	Fattening cattle	Growing Hanwoo bulls and steers, older than 1 year, used principally for producing meat
	Breeding cows	Cows, older than 1 year, that are for calve production or meat production
Dairy cattle	Calves, growing cattle and dry cows	Female and male calves less than 1 years old, Growing heifer older than 1 year but, younger than 2 year Dry cows
	Fattening cattle	Growing bulls and steers, older than 1 year, used principally for producing meat
	Lactating cows	Cows which is lactating
Swine		All ages of females and males
Sheep		All ages of females and males
Goats		All ages of females and males
Horses		All ages of females and males

Table 4. Livestock populations by subcategories

(Unit: 1,000 head)

Livestock	1990	1991	1992	1993	1994	1995
<b>Hanwoo</b>						
Calves	674.5	723.8	829.6	950.4	1,002.3	1,046.5
Fattening cattle	88.4	85.3	100.7	108.0	136.9	159.7
Breeding cows	829.8	936.1	1,055.8	1,166.8	1,208.6	1,335.8
Sum	1,592.7	1,745.2	1,986.1	2,225.2	1,986.1	2,542
<b>Dairy cattle</b>						
Calves, growing cattle and dry cows	260.9	201.8	206.3	233.7	235.7	235.4
Fattening cattle	28.7	27.7	32.7	35.1	44.5	51.9
Lactating cows	243.0	294.0	301.9	319.7	316.4	318.1
Sum	532.6	523.5	523.5	588.5	540.9	605.4
Swine	4,528.0	5,046.0	5,463.0	5,928.0	5,955.0	6,461.0
Sheep	3.0	3.0	4.0	2.0	2.0	2.0
Goats	211.0	346.0	501.0	558.0	603.0	681.0
Horses	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0
Sum	4,747	5,400	5,400	6,493	5,973	7,150
<b>Livestock (1996-2001)</b>						
Livestock	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Hanwoo</b>						
Calves	1,131.0	1,101.9	895.2	717.4	589.6	505.6
Fattening cattle	184.0	208.9	210.0	190.9	165.9	165.9
Breeding cows	1,468.5	1,356.5	1,209.4	981.4	780.4	695.1
Sum	2,225.2	2,667.3	2,347.8	1,889.7	1,535.9	1,366.6
<b>Dairy cattle</b>						
Calves, growing cattle and dry cows	236.0	234.7	231.1	229.0	231.9	283.0
Fattening cattle	59.8	67.9	68.2	62.0	53.9	54.1
Lactating cows	315.5	309.7	307.8	305.5	311.9	265.0
Sum	588.5	612.3	596.6	596.5	597.7	602.1
Swine	6,516.0	7,096.0	7,543.8	7,863.7	8,214.0	8,720
Sheep	2.0	1.0	1.2	1.1	0.8	0.8
Goats	675.0	604.0	538.5	467.9	449.4	449.4
Horses	7.0	8.0	8.5	8.2	1.1	1.1
Sum	6,493	7,709	6,566	8,340.9	8,665.3	9,171.6

Source : Domestic livestock statistics, Ministry of agriculture &amp; Forestry, 2002.

2. 가축의 분류 및 두수

가축은 축종 및 생산단계에 따라 한우(송아지, 비육우, 번식우), 젓소(송아지, 건유우, 비육우, 착유우), 돼지, 면양, 산양, 말, 닭 등으로 분류하고 각 분류에 따른 두수를 산출하였다(Table 3, 4).

축종의 세분류시, 세분류 집단의 균질성과 대표성을 고려하고 집단별 배출계수 산출과 가축두수 통계 확보를 위해 농림부의 가축통계조사(2002)를 활용하였다.

3. 축종별 배출계수 산출

위에서 언급한 바와 같이 해당 축종의 배출계수를 세부집단별로 구성하기 위해 농림부의 가축통계조사(2002)를 활용하였고, 사양조건별 생산능력을 포함한 생리적 특성을 수치화하기 위해 다양한 자료를 활용하였다.

(1) 한우

송아지 생시체중은 가축개량관련자료(농림부와 축산기술연구소, 2000)를 참고하여 암수 공히 24.1kg을 적용하였고, 비육우 도살체중은 비육우의 경우 축산물등급판정소(2001)와 농협 서울공판장에서 판정한 39,075두 중 암소를 제외한 수소(13,418두)의 생체중 575kg와 거세우(18,754두)의 생체중 588kg에 두수를 적용하여 평균한 결과, 578kg으로 도출하였다. 송아지의 12개월령 체중과 번식우의 성숙체중은 가축개량관련자료(농림부와 축산기술연구

소, 2000)에서 제시한 36개월령 체중 399.8kg 과 246.1kg을 각각 적용하였다.

사료의 소화율은 이 등(1988)의 조사료와 농후사료 비율에 따른 에너지소화율 변화 자료를 바탕으로, 송아지의 경우 조사료 50% : 농후사료 50% 급여시 성적인 67.36%를 적용하였고, 번식우는 조사료 75% : 농후사료 25% 급여시의 63.82%를 적용하였다. 비육우의 경우에는 한우수소에 농후사료와 조사료를 70:30으로 급여시 볏짚, 건초, 옥수수사일리지 급여사료의 에너지소화율 평균성적으로 74.46%를 도출하였다(이 등, 1988). 기온차이에 따른 체중증감 부분은 한국은 사계절을 겪기는 하지만 생체중과 증체량에서 이러한 요소들이 이미 감안되었다고 보기 때문에 체중 증감은 고려하지 않았다. 이 성적들을 바탕으로 IPCC의 Good practice guideline (2000)에서 제시하고 있는 NEm, NEa, NEm/DE, NEga/GE 방정식을 적용하였다. Ym값은 송아지와 번식우의 경우 운동량이 많다는 것을 근거로 0.06을 적용하였고 비육우는 0.04를 적용하였다.

그러나 번식우 두수에 1~ 년생의 육성우를 포함하기 때문에 자료의 명확성이 다소 떨어질 수 있어 추후 세분류를 조정하여 정확도를 높일 필요가 있다고 생각된다.

(2) 젓소

젓소의 생시체중은 최 등(1996)의 Holstein 종 생시체중 유전모수 추정자료를 바탕으로 수송아지는 43.69kg, 암송아지는 39.87kg을

Table 5. Growth performances and digestibility in Hanwoo

Sub-categories	Birth weight (kg)	Weight at 12months (kg)	Average daily gains (kg/d)	Live weight (kg)	Slaughter weight (kg)	Digestibility (%)	Ym
Calves	24.1	246.1	0.61	135.1	-	67.36	0.06
Fattening cattle	-	246.1	0.91	412.1	578	74.46	0.04
Breeding cows	24.1	-	0.34	399.8	-	63.82	0.06

Ym : methane conversion rate which is the fraction of gross energy in feed converted to methane.

Table 6. Growth performances and digestibility of dairy cattle

Sub-categories	Birth weight (kg)	Weight at 24months (kg)	Average daily gains (kg/d)	Live weight (kg)	Slaughter weight (kg)	Diges-tibility (%)	Milk production (kg/day)	Milk fat (%)	Ym
Calves, growing cattle and dry cows	39.87	597.0	0.78	318.4	-	71.13	-	-	0.06
Fattening cattle	43.69	-	0.96	362.3	681	73.40	-	-	0.04
Lactating cows	-	-	-	624.0	650	63.82	18.49	3.74	0.06

Ym : methane conversion rate which is the fraction of gross energy in feed converted to methane.

Table 7. Tier 2 methane emission factors for cattle

Livestock	Hanwoo			Dairy cattle		
	Calves	Fattening cattle	Breeding cows	Calves, growing cattle and dry cows	Fattening cattle	Lactating cows
Emission factors (kg/head/year)	39.191	50.712	48.979	61.813	45.504	106.690

적용하였다. 육성우는 1년생 미만의 암수송아지와 육성우(1~ 2년생 미만) 및 건유우를 포함하였고 새로운 젖소 사육기술(축산기술연구소와 농협, 2002)의 24개월령 체중인 597kg을 적용하여 318.4kg을 생체중으로 도출하였다. 비육우의 생체중은 젖소 수송아지의 생시체중에 도축체중 681kg(김 등, 1997)의 평균값을 산출하여 362.3kg으로 하였다. 착유우의 생체중은 산차별 체중조사 자료가 미흡하여 새로운 젖소사육기술(축산기술연구소와 농협, 2002)의 25개월령 체중 624kg을 적용하였고 도살체중은 관행적으로 650kg을 채택하였다.

소화율의 경우, 한 등(1996)이 수행했던 Holstein 건유우에 건초와 농후사료 비율을 달리 했을 때의 에너지 소화율을 참고하여 송아지와 착유우의 경우에는 건초 50% : 농후사료 50% 급여시 성적인 71.13%를 적용하였고, 비육우는 건초 30%: 농후사료 70% 성적인 73.40%를 적용하였다. 착유우의 연간 산유량은 2001년도 전국 평균유량인 6,749kg(축산기술연구소와 농협, 2002)을 적용하여

365일로 나눈 값인 18.49kg을 적용하였고 이때의 평균 유지율은 3.74%였다. 비록 비육초기에 체중의 심한 감소는 있겠지만 분만직전에 다시 회복되는 경향이 있고, 기온차이에 따른 체중증감 역시 한우의 경우와 마찬가지로 고려하지 않았다.

이 성적들을 바탕으로 IPCC의 Good practice guideline(2000)에서 제시하고 있는 NEm, NEa, NEg, NEd, NEm/DE, NEga/GE 방정식을 적용하였다. Ym값은 송아지와 착유우의 경우 운동량이 많다는 것을 근거로 0.06을 적용하였고 비육우는 0.04를 적용하였다.

그러나 육성우 두수에 암수송아지와 1~ 2년생의 육성우 및 건유우를 전부 포함하였기 때문에 생체중이 높아져 자료의 명확성이 다소 떨어질 수 있어 추후 세분류를 조정하여 정확도를 높일 필요가 있다고 생각된다.

#### 4. 축종별 배출계수

주 메탄 배출원인 소의 메탄 배출계수를 보면, 1998년도의 「 기후변화협약 대응 실천

Table 8. Tier 1 methane emission factors for non-cattle livestock

Livestock	Swine	Sheep	Goats	Horses	Poultry
Emission factors (kg/head/year)	1.5	8	5	18	-

계획 수립을 위한 연구」 보고서에서는 한우와 젓소를 세분하지 않았으나 금번에는 세분한 것이 특징이다. 배출계수에 있어서 한우의 경우, 송아지는 39.19, 비육우는 50.17, 번식우는 48.98kg/head/year으로 평가되었는데 이 양은 과거의 IPCC(1992)에서 제시하고 있는 육우 47kg/head/year에 비해 송아지는 낮고 비육우와 번식우는 약간 상회하는 결과를 보였다. 젓소는 육성우 61.81, 비육우 45.50, 착유우는 106.69kg/head/year을 보였다. IPCC(1992)에서는 착유우의 경우 118kg/head/year을 제시하였지만 한국적 상황에서 평가한 값은 이보다 약 10% 정도 낮게 나타난 결과였다. 한우 송아지, 비육우와 번식우의 배출계수가 IPCC에서 제시한 배출계수와 차이를 보이는 것은 47kg/head/year가 성장단계별로 분류하지 않은 육우 전체군에 대한 평균계수이므로 축군이 세분류됨에 따라 송아지는 낮게, 체중과 섭취량이 많은 성우의 경우 높게 추정되었고, 착유우의 경우에는, 우리나라 젓소의 유생산성이 선진국보다 낮기 때문에 유생산을 고려해서 산출되는 배출계수가 118kg/head/year 보다 낮게 나타났던 것으로 사료된다.

소를 제외한 면양, 산양, 돼지, 말의 메탄 배출량이 차지하는 비율이 많지 않고 독자적 자료확보가 미흡하여 IPCC(2000)에서 제시하는 방법론에 따라 Tier 1에 의한 배출계수를 준용하였다(Table 8).

##### 5. Tier 2에 의한 한국에서의 메탄 배출량 추정

Table 9는 Tier 2 방법에 의해 1990년부터 2001년까지의 세분류별 가축사육두수 및 장

내발효에 의한 메탄 배출량을 추정된 결과이다. Tier 2 방법에 의한 메탄배출 추정량은 IPCC에서 권장하는 Good practice guideline을 참고로 세분류된 가축별 사양 및 생산특성을 고려하여 메탄 배출계수를 구한 후 가축두수를 곱하여 메탄 배출량으로 하였다(IPCC, 2000).

그러나 돼지, 산양, 면양, 말 등은 국내자료가 부족하여 여전히 Tier 1을 사용하였는데 실제 한국에서 사양되고 있는 형태와는 다소 차이가 있을 것으로 사료되나 사육두수 및 배출량 비중이 적기 때문에 전체 배출량에 있어 큰 차이를 초래하지 않을 것으로 사료된다.

특징적으로, Tier 1을 사용하였던 과거보다 배출계수가 상대적으로 낮아진 것에 비해 총 배출량이 절대적으로 낮게 평가되어진 것은, 개정 IPCC(2000) 방법론을 적용하면서 한국적 사양체계가 고려된 관계로 소의 배출계수가 과거보다 낮아졌기 때문인데 연도에 따라 연간 약 19~ 2Gg이 낮아지게 되었다(Table 10).

연도별 변화에 있어서, 젓소는 거의 안정적인 사육두수를 유지하고 있었기 때문에 배출량에 변화가 없었으나 한우의 경우 IMF 외환위기와 WTO에 따른 냉장쇠고기와 생우 수입 자유화에 따른 한우농가의 사육불안심리로 인해 1998년부터 사육두수가 격감되면서 배출량이 감소되는 결과를 초래하였다. 따라서 2001년도에는 총 126.8Gg의 메탄이 배출되었고 이 양은 1990년도의 122.9Gg과 비견할 만한 양이었다. 총배출량중 87.7%에 해당하는 110.5Gg이 주 메탄 배출원인 소에서 배출되었다.

Table 9. Estimation of methane emission from livestock enteric fermentation by Tier 2  
(Unit : Gg/year)

Livestock	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Hanwoo						
Calves	26.44	32.51	32.51	37.25	39.28	41.01
Fattening cattle	4.48	4.33	5.11	5.48	6.94	8.10
Breeding cows	40.64	51.71	51.71	57.15	59.20	65.43
Sum	71.56	88.55	89.33	99.88	105.42	114.54
Dairy cattle						
Calves, growing cattle and dry cows	16.13	12.47	12.75	14.44	14.57	14.55
Fattening cattle	1.31	1.27	1.49	1.60	2.03	2.37
Lactating cows	25.93	31.37	32.21	34.10	33.76	33.93
Sum	43.37	45.11	46.45	50.14	50.36	50.48
Swine	6.79	7.57	8.20	8.89	8.93	9.69
Sheep	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
Goats	1.06	1.73	2.51	2.79	3.02	3.41
Horses	0.09	0.09	0.09	0.09	0.11	0.11
Sum	7.96	9.41	10.83	11.79	12.08	13.23
Total	122.89	133.06	146.61	161.82	167.86	178.61
Livestock	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Hanwoo						
Calves	44.32	43.18	35.08	28.11	23.11	19.81
Fattening cattle	9.33	10.59	10.65	9.68	8.41	7.84
Breeding cows	71.92	66.44	59.24	48.07	38.22	34.05
Sum	125.57	120.21	104.97	85.86	69.74	61.7
Dairy cattle						
Calves, growing cattle and dry cows	14.59	14.51	14.28	14.15	14.33	17.49
Fattening cattle	2.73	3.10	3.11	2.83	2.46	2.30
Lactating cows	33.66	33.04	32.84	32.60	33.27	28.27
Sum	50.98	50.65	50.23	49.58	49.6	48.06
Swine	9.77	10.64	11.32	11.80	12.32	13.08
Sheep	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Goats	3.38	3.02	2.69	2.34	2.25	2.25
Horses	0.13	0.14	0.15	0.14	0.19	0.17
Sum	13.3	13.81	14.17	14.29	14.77	15.51
Total	189.85	184.67	169.38	149.74	134.58	126.80

Table 10. The differences of methane emission estimated by Tier 1 and Tier 2  
(Unit: Gg/year)

Livestock	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Hanwoo	-4.6	-4.8	-5.6	-6.3	-7.0	-7.4	-8.1	-8.3	-7.0	-5.9	-5.0	-4.4
Dairy cattle	-16.1	-13.4	-13.5	-15.1	-14.8	-14.4	-14.0	-13.5	-13.3	-13.5	-14.1	-16.6
Total	-20.7	-18.2	-19.1	-21.4	-21.8	-21.8	-22.1	-21.8	-20.3	-19.4	-19.1	-21.0

\* Methane emission by Tier 2 - Methane emission by Tier 1.



## IV 결 론

우리나라의 축산업은 '90년 이후 '97년까지는 국민소득의 증가에 따라 축산물소비가 증가하면서 가축사육두수가 지속적으로 증가하는 추세를 보여왔다. '98년에 IMF 외환위기로 인해 가축 사육두수가 감소되고 축산물 소비가 둔화되는 등 어려운 점이 많았으나 2012년까지 장기전망으로는 가축 사육두수가 축종에 관계없이 완만하게 상승될 전망이다.

축산분야에서는 온실가스 배출원으로 장내발효의 메탄, 분뇨분해의 메탄과 아산화질소를 들 수 있는데 장내발효의 경우 과거에는 IPCC의 Tier 1 배출계수를 사용하여 왔으나 그 동안 수집하였던 축산통계자료를 바탕으로 Tier 2를 적용하였다.

Tier 2 방법에 의해 축종별 메탄 배출계수를 산출한 결과에 의하면, 한우와 젖소 육성우는 39.2~ 1.8kg/head/year의 범위에 있어 평균적으로 과거의 배출계수와 거의 유사하였으나 젖소의 경우 106.7kg/head/year으로서 Tier 1 방법에 의한 배출계수보다 약 10% 정도 낮은 결과를 보였다.

Tier 2 배출계수를 적용함으로써 메탄배출 통계의 정확성과 신뢰성은 개선되었지만 축종별 세분류 통계가 보다 정확해질 필요가 있고, 외국자료를 인용하거나 IPCC의 고정값을 사용한 것을 고유의 값으로 교체해야 하는 등 배출계수의 정확도 역시 제고시켜야 하며, 배출저감 역시 장기적인 목표하에 실질적인 저감수단을 모색하고 실천해야 한다는 과제를 가지고 있다.

## V 요 약

본 연구는 우리나라에서 가축 장내발효에 의한 메탄배출 통계 기반을 구축하기 위해 수행되었다. 메탄 배출량을 추정하기 위해 가축은 소, 돼지, 가금, 면양, 산양으로 대부분류하였고, 소는 한우와 젖소로 분류하여 각각 한우 송아지, 한우 비육우, 한우 번식우,

젖소 송아지, 젖소 비육우, 착유우로 세분류하였다.

Tier 2 방법에 의한 메탄 배출계수는 각 세분류 집단의 가축의 생산성, 생체중, 도체중, 일당 증체량, 소화율을 근거로 하여 산출되었다. 한우의 배출계수는 39~ 1kg/head/year 정도로 IPCC에서 제시한 Tier 1의 47kg/head/year과 유사한 수준이었고, 젖소의 배출계수는 107 kg/head/year로 Tier 1 배출계수, 118kg/head/year 보다 다소 낮게 나타났다.

Tier 2 방법으로 추정된 가축 장내발효에 의한 메탄 배출량은 2001년, 총 126.8톤이었고 각 세분류별 메탄 배출량은 한우, 젖소, 돼지, 면양, 산양, 말에서 각각 61.70, 47.76, 13.08, 2.25, 0.17, 0.01 톤으로 나타났다.

본 연구에서 온실가스 배출추정 방법으로, Tier 1을 Tier 2로 대체하므로써 우리나라 가축 장내발효에 의한 메탄배출 통계의 정확성과 신뢰성이 개선된 것으로 사료된다.

## VI 인 용 문 헌

1. Crutzen, P. J. 1995. The role of methane in atmospheric chemistry and climate. In Ruminant physiology : digestion, metabolism, growth and reproduction. ed. Engelhardt, W. V. 291-315.
2. IPCC. (Intergovernmental panel on climate change). 1992. Climate change 1992. ed Houghton, J. T. et al. 200p. Cambridge University Press, New York.
3. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change). 2000. Guide lines for national green house gas inventory. Green house gas inventory workbook.
4. Van Nevel and Demeyer D. 1995. Feed additives and other interventions for decreasing methane emissions. pp329-349. In : Biotechnology in animal feeds and Animal Feeding. eds. R. J. Wallace and A Chesson.
5. 기후변화 협약 대응 실천 계획 수립을 위한 연구 (축산부문). 1998.
6. 김현섭. 권웅기. 윤상기. 김종복. 홍병주. 1997. 거세와 Zeranol 투여가 Holstein 수소의 생육단계별 증체량 및 질병발생에 미치는 영향. 한국낙농학회지. 19(3):161-168.
7. 농림부와 국립농산물 품질관리원 공저. 2002. 가

- 축통계. 행정간행물번호 11-1380729-000003-08. p. 1-45.
8. 농림부와 축산기술연구소 공저. 2000. 가축개량관련자료. 행정간행물번호 11-1390271-000034-10. p. 3-44, 47-53.
9. 이상철, 이봉재, 강태홍, 김강식. 1988. 한우에 대한 농후사료 급여가 전체사료의 에너지 이용효율 및 비육에 미치는 영향. 한국영양사료학회지 12(4): 191-202.
10. 최유립, 안병석, 고문석, 김준식, 최광수. 1996. Holstein종의 임신기간, 분만간격 및 생시체중에 대한 환경효과 및 유전모수 추정. 한국축산학회지. 38(5): 435-440.
11. 축산기술연구소와 농협 공저. 2002. 새로운 젖소 사육기술. 행정간행물번호 11-1390271-000087-14 p. 5-39.
12. 축산물등급판정소. 2001. 축산물 등급판정 사업보고서. p. 19-53.
13. 한인규, 이상철, 문여황, 고영곤, 정연후. 1996. 조사료의 품질과 농후사료에 대한 급여비율이 Holstein 젖소의 반추위 발효성상 및 질소와 에너지 대사에 미치는 영향. 한국영양사료학회지 20(3): 283-295.
- (접수일자 : 2003. 8. 7. / 채택일자 : 2003. 10. 9.)