

새만금 경축순환농업단지의 적정 가축 사육두수와 조사료 재배면적의 관계 분석

Relationship Between the Number of Livestock and the Area of Forage Crop of Saemangeum Crop-livestock Complex

이 재 황* 이 승 현** 최 은 희*** 김 병 기****

Lee, Jae Hwang · Lee, Seung Heon · Choi, Eun Hee · Kim, Byeong Ki

Abstract

The suitable area of forage crop field was calculated under the assumption that all of the liquied manure would be used to nutrient of crops at the Saemangeum crop-livestock complex. At first, Korean cattle and dairy cattle were selected and swine was excluded because of high pollution availability. When forage crop was calculated from nutrient amounts of manure of livestock and standard applicable fertilizer quantity to the selected forage crops, 232ha (278ha including infrastructure part) was determined to be appropriate in case of 2500 heads of Korean cattle and 300 heads of dairy cattle were raised. From the result by that calculated area (232ha) to forage crop feeding could be possible to the Korean cattle and dairy cattle feeding using TDN index, more than 217ha of forage crop fields would be satisfied nutritionally.

I. 서 론

미국, EU와의 FTA 체결로 인하여 농업부문 중 국내 축산업이 가장 큰 영향을 받았고 앞으로 이어질 호주, 캐나다, 뉴질랜드 등과의 FTA에서도 축산 부문이 가장 크게 영향을 받을 것이라 예상하고 있다. 국내산과 비교하여 미국산 쇠고기의 가격이 한우의 40% 수준으로 가격

경쟁력에서 뒤쳐질 수밖에 없는 상황이다. 하지만, 미국산 품질과 비슷한 2등급 이하는 가격 경쟁력이 없는 반면, 1등급 이상 한우고급육은 소비자의 선호도가 높아 별도의 시장이 형성되어 높은 경쟁력을 가지고 있다. 그러므로 국산 축산 경쟁력 향상을 위해서는 품질의 고급화가 필요하다. 이를 위해서는 구제역의 확산원인 중 하나인 밀식사육 등과 같은 중규모의

*한국농어촌공사 농어촌연구원 연구원 (abbok12@ekr.or.kr)

**한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원 (shyi@ekr.or.kr)

***한국농어촌공사 농어촌연구원 주임연구원 (ehchoi@ekr.or.kr)

****한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원 (kimbk@ekr.or.kr)

키워드 : Saemangeum, crop-livestock farming, forage crop, TDN, livestock manure

열악한 가축환경을 탈피하여 경종, 축산, 레저 등이 어우러진 대규모 복합적 축산단지를 조성하여 안정성이 높은 친환경축산물을 생산해야 한다. 농지법 개정('07.7.4시행)으로 인해 간척지내 축사 진입이 용이하게 됨에 따라 새만금 간척지에 대규모 축산단지의 도입이 검토되고 있다. 하지만 이러한 대규모 축산단지가 조성될 경우 가축분뇨의 처리가 문제로 제기될 것이다. 게다가 런던협약에 의해 2012년부터는 가축분뇨의 해양투기가 금지되기 때문에 축산단지에서 발생하는 가축분뇨는 가장 먼저 처리해야 할 문제이다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 간척지내 경축순환형 축산단지 도입을 검토해야 할 것이다. 경축순환형 축산단지란 간척지내에서 경종과 축산이 연계되어 양분과 물질의 선순환과 균형이 이루어지는 것을 의미한다(윤, 2009). 새만금에 조성될 경축순환농업단지에는 가축분뇨중 탄소는 혐기소화시켜 바이오가스를 생산하여 활용하고, 질소와 인은 소화후 발생하는 액비로 조사료 생산을 위한 양분으로 활용할 계획이다.

본 연구에서는 계획된 304ha의 농업부지에 자연순환형 친환경농업을 구현하기 위하여

가축분뇨 혐기소화 후 발생된 액비를 토양에 친환경적으로 환원할 수 있는 조사료포 면적과 적정 사육두수를 산출하고, 산출된 면적에서 생산된 조사료가 도입축종의 영양관리에 적절한지를 검토하였다.

II. 연구방법

1. 새만금 경축순환농업단지 도입시설

새만금 경축순환농업단지는 전북 김제시 성덕면 일원, 동진강 하구쪽 새만금 내부개발지역내 304ha의 규모로 조성할 예정이다. 한우·낙농단지에서 발생하는 가축분뇨를 처리하기 위한 분뇨처리시설 및 기타부대시설, 주변 담수호 및 수질오염을 방지하기 위한 완충녹지도 함께 조성될 계획이다.

2. 조사료포 면적산출 방법

가. 가축분뇨의 토양환원을 위한 조사료포 면적산출

새만금 경축순환농업단지에서 발생하는 가축

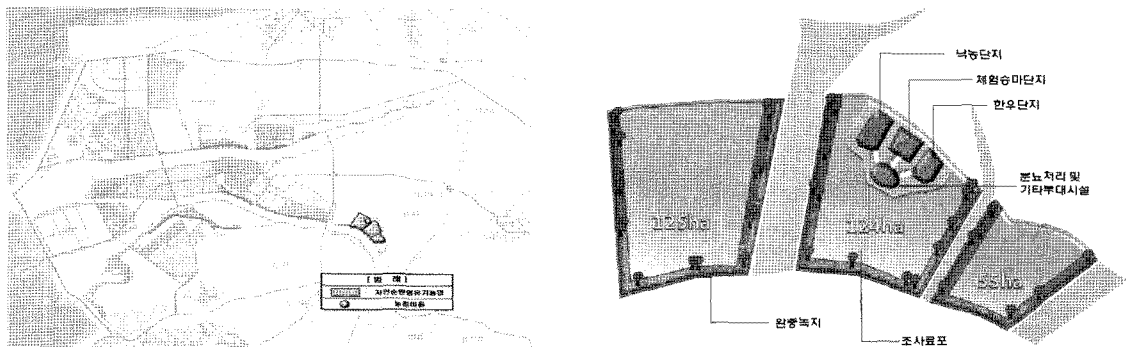


Fig. 1. Location and Concept of the Saemangeum Crop-livestock Complex

Table 1. Emission Factor of Livestock Manure

(Unit: L/head/day)

Species	Emission Factor of Livestock Manure			
	Dung	Urine	Lavation	Total
Korean Cattle	8.0	5.7	0	13.7
Dairy Cattle	19.2	10.9	7.6	37.7

분뇨를 혐기소화 시켜 액비로 만들어 토양환원 시키기 위한 적정사육두수 및 조사료포의 면적을 산출하였다. 새만금 경축순환농업단지의 도입축종은 담수호 수질 및 악취 등의 주변 환경을 고려하여 가축분뇨에 의한 오염가능성이 높은 양돈은 배제하고, 한우와 젓소만을 도입하는 것으로 계획하였다. 조사료 재배작물은 2모작 체계로, 하계작물은 옥수수, 동계작물은 보리로 선정하였다. 축종별 사육두수당 발생하는 가축분뇨 내 비료성분 함량과 재배작물의 양분요구량을 고려하여 새만금 경축순환농업단지 304ha내 적정 사육두수 및 조사료포 면적을 산출하였다.

나. 영양학적측면에서 사육두수 및 산출면적 검정

산출된 조사료포 면적에서 생산된 작물이 한우와 젓소에 적절하게 영양을 공급할 수 있는지를 확인하였다. 재배할 조사료의 TDN (Total Digestible Nutrient, 가소화양분총량)과 축종별 요구 TDN을 비교하여 축종별 조사료포 1 ha당 사육가능한 두수를 산출한 후 영양학적으로 적절한지를 검정하였다(동국대학교, 2006). TDN은 가축의 체내에서 흡수

되는 영양소의 총량을 나타내는 단위로 그 값의 크기로 사료의 영양소가 평가되며 동시에 체내의 에너지 공급상황을 판단하는 영양관리 지표로 사용되고 있다.

III. 결과 및 고찰

1. 가축분뇨의 토양환원을 위한 조사료포 면적산출 결과

가. 사육두수별 분뇨발생량중 비료성분 함량

새만금 경축순환농업단지에서 발생하는 가축분뇨를 전량 토양에 환원시킨다는 가정하에 적정 조사료포 면적을 산출하기 위하여 사육두수별 가축분뇨 발생량을 산출하였다. 가축별 분뇨 발생량은 축산시설형태, 사용 용수량, 사육축종별 특성에 따라 차이가 있어 특성과 악이 어렵기 때문에 환경부에서 산정한 가축별 분뇨배출원단위를 활용하였다. 또한 가축분뇨의 수거율도 사육형태 및 시설조건에 따라 차이가 발생하지만 본 연구에서는 축종별 수거율은 고려하지 않고 전량 회수한다는 가정하에 배출량을 산출하였다. 사육두수별 분뇨

Table 2. Elemental Content of Livestock Manure

Species	Manure Production (kg/head/day)	Elemental Content (%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Korean Cattle	13.7	0.239	0.172	0.252
Dairy Cattle	30.1	0.289	0.065	0.202

Table 3. Fertilizer Contents by Korean Cattle Numbers

(Unit: t/year)

		Number of Livestock				
		1,000	1,500	2,000	2,500	3,000
Number of Livestock		5,001	7,501	10,001	12,501	15,002
Fertilizer Contents	N	7.1	10.7	14.3	17.9	21.5
	P ₂ O ₅	8.6	12.9	17.2	21.5	25.8
	K ₂ O	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8

배출량 중 작물이 이용 가능한 비료성분 함량은 표준영농고본(농촌진흥청, 2007)을 참고하여 총발생량을 산출하였다. 한우의 분뇨배출량은 13.7L/두/일, 젖소는 착유시설에서 세정수가 발생하여 37.7L/두/일로 한우에 비해 배출량이 많은 편이다. 하지만 본 연구에서는 가축분뇨 중 비료성분 함량을 산출하기 위해서 젖소는분뇨발생량 중 세정수를 제외한 30.1L/두/일을 배출원단위로 활용하였다.

Table 3과 Table 4는 각각 한우와 젖소의 사육두수별 분뇨 발생량 및 분뇨중 질소, 인, 칼륨의 함량을 산출한 것이다. 생분을 혐기소화시켜 액비화과정을 거치게 되면 질소의 40%가 암모니아 형태로 휘산되어 질소성분이 감소하게 된다. 식 (1)과 (2)는 각각 한우와 젖소의 분뇨배출량에 따른 비료성분 함량을 산출한 식이다.

한우의 연간 사육두수별 분뇨배출량에 따른 비료성분 발생량

$$= 13.7\text{kg/두/일} \times \text{사육두수} \times 365\text{일} \times \text{분뇨중 비료성분 함량} \quad (1)$$

※ 질소질일 경우는 혐기소화의 손실량을 고려하여 60%만 적용

젖소의 연간 사육두수별 분뇨배출량에 따른 비료성분 발생량

$$= 30.1\text{kg/두/일} \times \text{사육두수} \times 365\text{일} \times \text{분뇨중 비료성분 함량} \quad (2)$$

※ 질소질일 경우는 혐기소화의 손실량을 고려하여 60%만 적용

나. 재배작물의 표준시비량

가축분뇨 액비의 시용량과 작물재배 양분요구량을 고려한 조사료포 면적을 산출하기 위하여 재배작물별 표준시비량을 결정하였다. 재배작물로 하계작물은 옥수수, 동계작물은 보리를 선정하였다<Table 5>. 보리는 바람이 강한 간척지 특성을 고려하여 도복에 강하고 남부 지역에서 재배가 적합한 품종의 표준시비량을

Table 4. Fertilizer Contents by Dairy Cattle Numbers

(Unit: t/year)

		Number of Livestock				
		100	200	300	400	500
Manure Production		1,099	2,197	3,296	4,395	5,493
Fertilizer Contents	N	1.9	3.8	5.7	7.6	9.5
	P ₂ O ₅	0.7	1.4	2.1	2.9	3.6
	K ₂ O	2.2	4.4	6.6	8.9	11.1

Table 5. Standard Amount of Fertilizer for Each Crop

(Unit: kg/ha)

Crops	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Barley	88	72	36
Corn	158	30	69
Total	246	102	99

활용하였으며, 옥수수는 사료용 옥수수의 표준시비량을 활용하였다(농업과학기술원, 2007). 보리-옥수수 2모작 작부체계시 1ha 당 질소 246kg, 인 102kg, 칼륨 99kg이 요구된다.

다. 가축분뇨의 토양환원을 위한 적정 사육두수 및 조사료포 면적 산출

축산단지에서 발생된 한우 및 젖소분뇨의 비료성분함량과 보리 및 옥수수의 양분요구량을 이용하여 사육두수별 필요 조사료포 면적을 산출하였다. 식 (3)과 같이 가축분뇨중 비료성분함량을 작물의 표준시비량으로 나누어 각각 질소, 인, 칼륨의 비료성분별 조사료포 면적을 산출하였다. 기존 간척농지의 농지구성 비율을 보면 대체적으로 용·배수로, 도로 등의 농업기반시설이 전체 농경지 면적의 20% 정도를 차지하고 있어 산출된 조사료포 면적에서 20% 증가된 면적으로 최종 면적을 산출하였다.

$$\begin{aligned} & \text{조사료 재배가능 면적(기반시설포함)} \\ & = \text{비료성분별 발생량} \div \text{작물별 표준시비량} \end{aligned}$$

$$\times 1.2(\text{기반시설 } 20\%) \quad (3)$$

한우의 사육두수별 조사료포 면적은 Table 6과 같다. 질소 시용시 조사료재배 가능면적은 인산 시용시 재배가능면적의 60% 정도였다. 가축분뇨중 질소함량 기준으로 면적을 산출할 경우 인산과다로 인한 오염가능성이 우려되기 때문에 인산함량 기준으로 조사료포 면적을 산출하였다. 하지만, 인산함량 기준으로 면적 산출시 추가적으로 질소질 비료의 시비가 요구된다. 새만금 경축순환농업단지의 면적이 304 ha임을 감안할 때 조사료포 면적은 한우 2,500두 정도 사육이 가능한 253ha가 적절할 것으로 판단된다.

젖소의 사육두수별 조사료포 면적은 Table 7과 같다. 젖소는 한우에 비하여 가축분뇨중 인산함량이 낮기 때문에 한우면적과는 반대로 질산기준 시비면적이 인산기준 시비면적 보다 넓게 산출되었다. 한우와 마찬가지로 인산기준으로 면적을 산출할 경우 질소과다가 문제 될 수 있다. 하지만, 한우와 젖소의 가축분뇨를 개별 처리하는 것이 아니라 통합하여 처리할 것이므로 젖소와 한우의 분뇨중 질소와 인 함량의

Table 6. Area of Forage Crop Field by Korean Cattle Numbers

(Unit: ha)

Fertilizer	Number of Livestock			
	1,500	2,000	2,500	3,000
N	88	118	146	175
P ₂ O ₅	152	203	253	304

Table 6. Area of Forage Crop Field by Korean Cattle Numbers

<Unit: ha>

Fertilizer	Number of Livestock			
	1,500	2,000	2,500	3,000
N	88	118	146	175
P ₂ O ₅	152	203	253	304

각 총계를 기준으로 면적을 산출하였다.

Table 8은 한우 2,500두와 젖소 각각 200두, 300두, 400두 사육시 요구되는 조사료포 면적을 산출한 것이다. 한우와 젖소의 가축분뇨중 인산기준으로 산출한 조사료포 면적이 질소기준보다 넓게 산출되었으므로 인산과다에 의한 오염등을 고려하여 인산시용기준으로 조사료포 면적을 산출하였다. 새만금 경축순환농업단지 넓이가 304ha임을 고려했을 한우 2,500두와 젖소 300두 사육이 가능한 278ha(기반시설 포함)가 조사료포 면적으로 적절할 것으로 판단된다. 하지만 232ha(기반포함 278ha)로 조사료포를 조성시 가축분뇨만으로는 질소가 146ha의 넓이만 시비가 가능하기 때문에 추가적인 질소 비료원의 공급이 요구된다.

2. 영양학적 측면에서 사육두수 및 산출면적 검증결과

새만금 경축순환농업단지에서 발생하는 축산분뇨의 친환경적인 토양환원을 위해 산출된 조사료포 면적은 가축분뇨의 비료성분과 작물의 양분요구량만을 고려하여 산출된 것이다.

조사료포 232ha에서 생산된 옥수수과 보리를 한우 2,500두와 젖소 300두에 급여했을 때 영양관리가 원활히 이루어지는지 확인하였다. 작물별 TDN과 축종별 요구 TDN을 이용하여 1ha당 사육가능두수를 산출한 후 축종별 필요 면적과 총면적을 비교하여 적절한 영양공급이 가능한지 검정하였다.

조사료의 TDN과 축종별 요구 TDN은 각각 국립축산과학원(2007a, 2007b, 2007c)의 표준조사료성분표와 한국사양표준을 참고하였다. 옥수수와 보리의 총TDN은 20.7t/ha였으며, 한우와 젖소의 요구TDN은 한우는 300kg, 일당증체 0.6kg기준인 4.29kg/두/일, 젖소는 450kg, 일당증체 0.5kg 기준인 5.77kg/두/일을 적용하였다.

식 (4)와 같이 조사료의 TDN과 축종별 TDN을 이용하여 축종별 1ha당 사육가능두수를 산출하였다. 각각 조사료포 1ha당 한우는 13.3마리, 젖소는 9.9마리가 사육 가능하였다.

$$\text{ha당 사육가능두수} = \text{조사료의 TDN (20.7t/ha)} \div \text{축종별 TDN} \quad (4)$$

Table 7. Area of Forage Crop Field by Dairy Cattle Numbers

<Unit: ha>

Fertilizer	Number of Livestock			
	200	300	400	500
N	19	29	37	47
P ₂ O ₅	17	25	34	42

식 (5)와 같이 TDN을 이용하여 산출된 1ha당 사육가능두수로 한우 2,500두와 젖소 300두 사육시 요구되는 조사료포 면적을 산출하였다.

영양학적인 측면을 고려한 조사료포 면적 산출 (5)

$$\text{한우: } 13.3\text{두/ha} \times \text{한우 조사료포 면적}(X) \geq 2,500\text{두} \quad \therefore X \geq 188\text{ha}$$

$$\text{젖소: } 9.9\text{두/ha} \times \text{젖소 조사료포 면적}(Y) \geq 300\text{두} \quad \therefore Y \geq 31\text{ha}$$

한우 2,500두 사육시 필요한 조사료포 면적은 188ha이상, 젖소 300두 사육시 필요한 조사료포 면적은 31ha이상 요구되는 것으로 산출되었다. 즉, 한우와 젖소의 총 조사료포 면적이 217ha이상 조성되면 영양학적으로 충족시킬 수 있으므로 가축분뇨의 토양환원을 위해 산출된 조사료포 232ha는 환경적, 영양학적으로 만족함을 알 수 있다

IV. 결론 및 제언

계획중인 새만금 경축순환농업단지에서 자연순환형 농업을 구현하고자 축산에 의해 발생하는 가축분뇨를 액비화하여 작물의 양분으로 전량 토양에 환원한다는 가정하에 가능한 조사료포 면적을 산출하여 보았다. 도입축종은 오염가능성이 높은 양돈은 배제하고 한우와 젖소만을 도입하는 것으로 하고 발생량과 영양성분을 산출하였다. 사육두수별 발생하는 가축분뇨중 비료성분함량과 조사료의 표준시비량을 고려하여 조사료포 면적을 산출한 결과, 한우 2,500두와 젖소 300두를 사육할 경우

232ha(기반시설 포함 278ha)가 적절한 것으로 산출되었다. 산출된 조사료포 면적에서 생산된 조사료가 한우와 젖소에 원활한 영양공급이 가능한지를 TDN값을 이용하여 검증한 결과, 조사료포 면적 217ha이상이 확보되면 영양학적으로 문제가 없음을 확인하였다.

산출된 조사료포 면적 232ha가 환경적·영양학적 측면을 모두 충족시키지만 양질의 한우 생산을 위해서는 조사료 외에 조섬유의 함량은 낮으나 단백질 등의 함량이 높은 농후사료의 급여가 요구된다. 하지만 새만금 경축순환농업단지 조성시 초기에 높은 토양염도, 배수불량 등의 문제로 일반농경지에 비하여 정상적인 수확량을 얻지 못하게 될 것이다. 특히 농후사료의 경우 대부분 단백질과 탄수화물이 풍부한 알곡형태이기 때문에 작물재배시 조사료보다 토양염도에 더 민감하여 작물수확량에 더 많은 영향을 미칠 수 있다. 그러므로 새만금 경축순환농업단지 조성시 초기에는 조사료와 농후사료의 외부도입이 필요하며, 차츰 토양 제염이 이루어지면 조사료와 농후사료의 재배면적을 변화시켜 최적의 급여비율을 맞추어 주어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 국립축산과학원, 2007a, 젖소 한국사양표준.
2. 국립축산과학원, 2007b, 한국 표준사료성분표.
3. 국립축산과학원, 2007c, 한우 한국사양표준.
4. 농업과학기술원, 2007, 작물별 표준시비량 일람표.
5. 농촌진흥청, 2007, 가축분뇨처리와 자원화(표준영농교본-109).
6. 동국대학교, 2006, 자연순환형 유기농업 표준모델 개발.
7. 윤성이, 2009, 간척지 자원순환형 축산단지의 도입 가능성 연구, 한국유기농업학회지 17(3), pp. 307~326.