

# 농촌유역에서의 유기물 흐름의 평가

-충북 청원군 가덕면 유역을 대상으로-

## Evaluation of Organic Matter Flow in Rural Watersheds

오 광 영\* (충북대) · 김 진 수

Oh, Kwang Young · Kim, Jin Soo

### Abstract

The organic matter flow in rural watershed in Chongwon-gun, Chungbuk, was evaluated. The study watershed is about 67km<sup>2</sup> in area and its population was 7,000 in 1996. The amount of inflow in the study area exceeds the amount of outflow by 534kg/ha, and the livestock feed account for 90 percent of the amount of inflow. The loading of organic matter by livestock waste amounts to 51 percent of total loading to agricultural land and the environment. The increase in recycling of livestock waste is essential for the management of organic matter in the rural watershed.

### I. 서론

식생활 및 산업활동에 의해서 이용되어 배출된 유기물은 국가 및 지역에서 환경문제를 일으키고 있고, 그 환경문제의 대부분은 물질흐름의 관리가 부적절하기 때문에 발생되고 있다. 이에 대한 대책으로서 매립, 소각 등에 의한 폐기물처리가 추진되었지만, 매립지 확보의 곤란, 수질이나 대기의 광역적, 만성적인 오염의 문제점이 발생할 가능성이 있다.

농촌 유역에서는, 농작물의 주산물이 유기물의 형태로써 생산, 유통되고 있으며, 볏짚이나 작물잔사(殘渣)와 같은 농작물 부산물, 가축분뇨, 생활쓰레기 등의 유기물이 다량으로 생산되고 있다. 따라서, 이를 농지로 적절히 환원시키기 위해 생물생산에 관계되는 유기물의 흐름을 정확히 파악하여 이를 적정하게 관리하는 것은 자원의 유효이용면에서 효과적이며, 환경보존에 기여할 수 있을 것이라 생각된다.

유기물의 흐름은 현재 및 장래에 유기물의 흐름이 얼마 만큼의 양이 존재하며, 얼마만큼 순환이용될 수 있는가를 파악하는 것이 중요하다. 일본에서는 국가 혹은 지역수준에서의 물질의 양과 경로를 추정하고 그 실태를 파악하는 연구<sup>1,2)</sup>가 진행되어 왔다. 그러나, 국내에서는 아직 까지 이러한 연구는 거의 전무한 상태이다. 본 논문에서는 지역수준에서의 유기물 흐름량의 추정방법을 확립하고, 이를 충북 청원군의 가덕면 유역에 적용하여 농촌유역에서의 유기물의 흐름을 평가하고자 한다.

## II. 유기물 흐름 모형의 개요 및 추정방법

### 1. 유기물 흐름 모형의 개요

농촌유역에 있어서의 유기물 흐름조직을 다음과 같은 8개의 부문<sup>1)</sup> 「농작물 주산물」, 「농작물 부산물」, 「식생활」, 「축산」, 「농지」, 「환경」, 「구입식량·축산물·사료」, 「출하 농축산물」으로 구성하였다(그림 1).

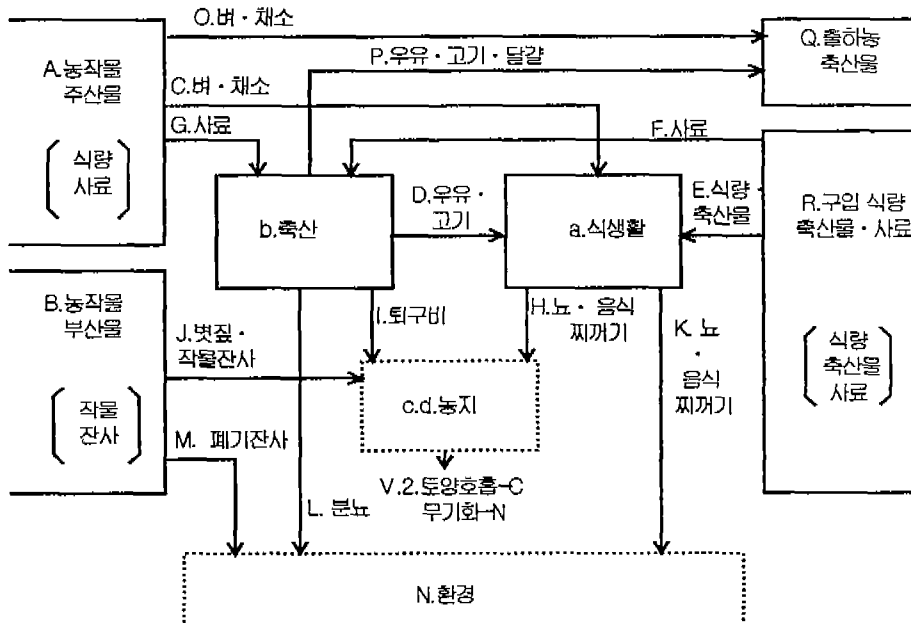


그림. 1. 유기물 흐름조직의 개요

농촌유역은 농축산물의 생산의 장으로 식생활을 유지하고, 유통체계를 통해 산물의 출하를 행하고 있으며, 부산물도 적지 않게 산출된다. 축산은 농작물의 이용이나 퇴비에의 공급등 유기물 흐름상에 있어서도 비중 있는 위치를 차지하기 때문에 유기물 흐름의 구성부분으로 다루었다. 농지는 작물을 생산하는 토양으로서 많은 토양유기물이 축적되어 있으며, 농지로 환원된 유기물이 활발하게 분해되어 유기물 흐름에 있어서도 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나, 농지로 환원되지 않는 유기물은 분해되지만, 작물생산에 기여하지는 않는다. 그러한 유기물이 폐기되는 곳을 본 논문에서는 “환경”이라고 한다. 이런 환경에서 작물잔사나 축산폐기물 및 적절한 관리가 행해지지 않는다면, 하천, 호소, 지하수 등의 수계의 오염으로 연결된다.

### 2. 유기물 흐름량의 추정방법

본 연구에서는 마쓰모도(松木)등이 적용한 방법<sup>1)</sup>을 이용하여 1996년 시점의 유기물의 흐름량(flow)과 현존량(stock)을 구하였다. 이 방법은 기본적으로 통계자료를 사용하고 있고 여기서 식생활, 축산, 농지의 현존량은 이들 구성부분에 존재하는 유기물량을 나타내며, 그 외의 구성부분은 유기물 흐름량이다. 흐름량은 각 부문 사이에서 흐르는 유기물량이고, 이들 양은 매년 변하지만 조사년도 내에서는 변하지 않는 것으로 간주하여 1년 단위의 양으로 다루었다.

유기물 흐름은 다음과 같은 3가지 순서에 의해 추정된다.

- ① 농작물 주산물과 부산물의 생산량을 구한다.
- ② 식생활과 축산에 있어서의 현존량, 소비량 및 생산량을 구하고, 농지로 환원되는 유기물량과 환경으로 폐기되는 유기물량을 구한다. 이것들을 근거로 하여 식량과 사료의 구입량과 농축산물의 출하량을 구한다.
- ③ 농지의 유기물 현존량과 투입된 유기물의 분해량을 구한다.

이러한 유기물의 흐름량과 현존량을 구하는 과정을 구체적으로 표시<sup>2)</sup>하면 표1과 같다.

표. 1. 유기물의 흐름과 현존량을 구하는 방법

흐름량 및 현존량		산출방법
흐 름 량	농작물 주산물 생산량(A)	「농업용조사」 자료의 작물종류별 수확면적에 단위생산량을 곱한다.
	농작물 부산물 생산량(B)	수확물에 대한 부산물비에 농작물 주산물의 생산량을 곱한다.
	식량(농작물) 자급량(C)	농가 1인당 자급량에 재배작물농가의 인구수를 곱한다.
	식량(축산물) 자급량(D)	농가 1인당 자급량에 가축사육농가의 인구수를 곱한다.
	식량 구입량(E)	자급 불가능한 농가의 농작물 구입량과 축산물 구입량을 구하여, 이들을 합계한다.
	사료 구입량(F)	가축1마리당 사료 구입량에 가축마리수를 곱한다.
	사료 자급량(G)	농가사료 구입량에 구입사료에 대한 농가자급사료의 비율 곱하여 계산한다.
	식생활 폐기물의 농지환원량(H)	(C+D+E)에 농지이용률을 곱한다.
	축산 폐기물의 농지환원량(I)	가축마리의 (F+G+H+I-D-P)에 퇴비의 이용율을 곱하고, 이들을 합계한다.
	농작물 부산물의 농지환원량(J)	B-M
	식생활 폐기물의 환경부하량(K)	C+D+E-H
	축산 폐기물의 환경부하량(L)	F+G-D-I-P
	농작물 부산물의 환경부하량(M)	수확물에 있어서 환경에 폐기되는 작물잔사의 총량비에 주산물 생산량을 농작물마다 곱하고, 이들을 합계한다.
	환경부하 총량(N)	K+L+M
농작물 출하량(O)	A-C-G	
축산물 출하량(P)	각 가축의 1마리당 축산물년간생산량(중체량을 계산)에 가축 사육두수를 곱한다.	
농축산물 출하총량(Q)	O+P	
식량·축산물·사료 구입량(R)	E+F	
현 존 량	식생활(a)	총인구에 체중을 곱한다.
	축산(b)	가축마리수에 체중을 곱한다.
	농지의 토양유기물량(c)	「정밀토양도」와 「토양통 설명서」를 토대로 각 토양봉의 단위면적당 유기물량을 구하여, 각 토양봉의 단위면적당 토양부식량을 구했다. 여기에 각 토양봉의 건조단위 중량을 곱하여 농지의 토양부식량을 추정한다. 토양자료는 제1층을 작도층으로 보아, 그 값을 이용했다.
	농지에 현존하는 수목량(d)	과수원의 경영 농지면적에 각각의 단위면적당 줄기, 가지의 중량을 곱한다.

### III. 조사구역의 개요

본 연구의 대상구역은 금강의 제2지천인 무심천의 상류유역으로서, 충북 청원군 가덕면을 중심으로 낭성면과 남일면의 일부가 포함되었다(그림 2). 대상구역은 충북 청주시의 남동부 약 20km에 위치하고 유역면적은 66.9km<sup>2</sup>이며 년평균강수량은 약 1,250mm(청주)이다. 유역안에는 농업용 저수지이며 저수용량 94만 m<sup>3</sup>인 한계저수지가 있다.

유역의 총인구는 약 7,000명이고, 농가인구는 약 4,100명 정도로서 총인구에 대한 농가인구의 비율은 59%로서 아직 도시화가 안 된 농촌유역이라고 볼 수 있다.

산림이 전 유역면적의 75%를 차지하고

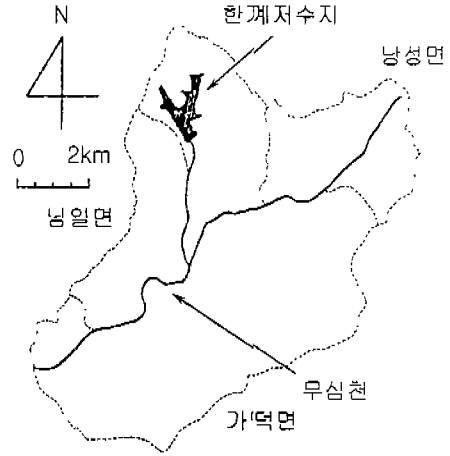


그림. 2. 조사구역의 개요도

표. 2. 조사구역의 인구, 가축마리수, 농지 및 수확면적(1996년)

항목		가덕면 유역
지역면적(km <sup>2</sup> )		66.90
총인구(명)		7,014
농가인구(명)		4,164
가축 마리수	한우(마리)	2,885
	젖소(마리)	507
	돼지(마리)	3,747
	닭(마리)	61,041
토지 이용 면적 (km <sup>2</sup> )	논	9.15
	밭	4.91
	과수원	0.18
	임야	50.05
	기타	2.61
작물 종류별 수확면적 (km <sup>2</sup> )	벼	9.08
	맥류	0.01
	잡곡류	0.07
	서류	0.12
	콩류	0.55
	공예농작물류	0.35
	채소류	2.20

있고 논이 전 농지면적의 64%, 밭이 34%를 차지하고 있다.

주요토양통을 살펴보면 논지대에서는 “남계 사양토”가 40%로서 가장 큰 비율을 차지하며, 밭지대에서는 “사촌 사양토”와 “수암자갈이 있는 사양토”가, 임야지대에선 “대산자갈이 있는 미사질 양토”가 대표적인 토양통이다.

유역의 인구, 가축의 마리수 및 토지이용 상황은 표2 같고, 단위 면적당 인구와 가축의 사육마리수는 표3과 같다.

표. 3. 조사구역의 단위면적당 인구와 가축마리수(1996년)

항목		가덕면 유역
총인구(명/km <sup>2</sup> )		105
농가인구(명/km <sup>2</sup> )		62
가축 마리수	한우(마리/km <sup>2</sup> )	43
	젖소(마리/km <sup>2</sup> )	8
	돼지(마리/km <sup>2</sup> )	56
	닭(마리/km <sup>2</sup> )	912

#### IV. 유기물 흐름의 추정결과 및 고찰

농작물 주산물중 51%가 출하되고 있고, 10%가 자급식량으로서 식생활로, 39%가 자급사료로서 축산으로 공급되고 있다. 농작물 부산물은 84%가 농지로 환원되고, 16%가 환경으로 소각 또는 폐기되고 있어, 상당한 부분이 유효 이용되고 있다. 한편, 분뇨나 음식물 쓰레기와 같은 식생활의 폐기물은 거의 환경으로 배출되고 있고, 농지로 환원되거나 축산사료로서 이용되고 있지 않다.

조사구역에서 구입에 의해서 유입되는 유기물량은 출하에 의해서 유출되는 유기물량보다 유기물량이 533.1kg/ha/년 정도 많다. 또한, 유입되는 유기물량 966.3kg/ha/년은 10%만이 구입식량·축산물이 차지하며, 나머지 90%는 구입사료가 차지하고 있어 다량의 유기물이 축산목적으로 지역 내로 들어오고 있음을 알 수 있다. 이 다량의 유기물은 지역내의 환경에 유출하는 경우, 부영양화 등의 환경오염을 일으킬 가능성이 있고, 농지로 환원된 경우에도, 유기물량에 비해 농지가 적으면 농지에 영양물질의 과부하가 걸릴 수 있다.

농지와 환경에 배출되는 총 배출유기물량(2,074.4kg/ha/년)중 축산이 1,043.8kg/ha/년(51%), 농작물 부산물이 840.1kg/ha/년(41%), 식생활이 163.5kg/ha/년(8%)으로서 축산이 차지하는 비율이 가장 높고 이것은 식생활의 약 6배에 해당한다. 이와 같이 전체 유기물 흐름도에서 구입식량·축산물·사료→축산→농지 및 환경의 경로에서 다량의 유기물 흐름이 있다.

여기서 축산폐기물의 농지환원률은 불명확하므로 100%인 경우와 70%인 경우로 나누어 유기물의 흐름을 비교하려고 한다. 조사구역에서 축산폐기물의 농지환원률이 100%인 경우와 70%인 경우의 유기물의 흐름도를 나타내면 그림 3과 4와 같다.

① 축산폐기물의 농지환원률이 100%인 경우: 축산폐기물 전량이 농지로 환원되고 환경으로 폐기되는 양은 0이다. 이 경우 농지와 환경에 배출되는 총 유기물량은 농지에 1,747.9kg/ha/년, 환경에 299.6kg/ha/년을 배출하고 있는데, 환경부하 유기물에 있어서 식생활이 차지하는 비율이 높고, 총 배출 유기물의 농지환원률은 85%로 상당히 높은 값을 보이고 있다.

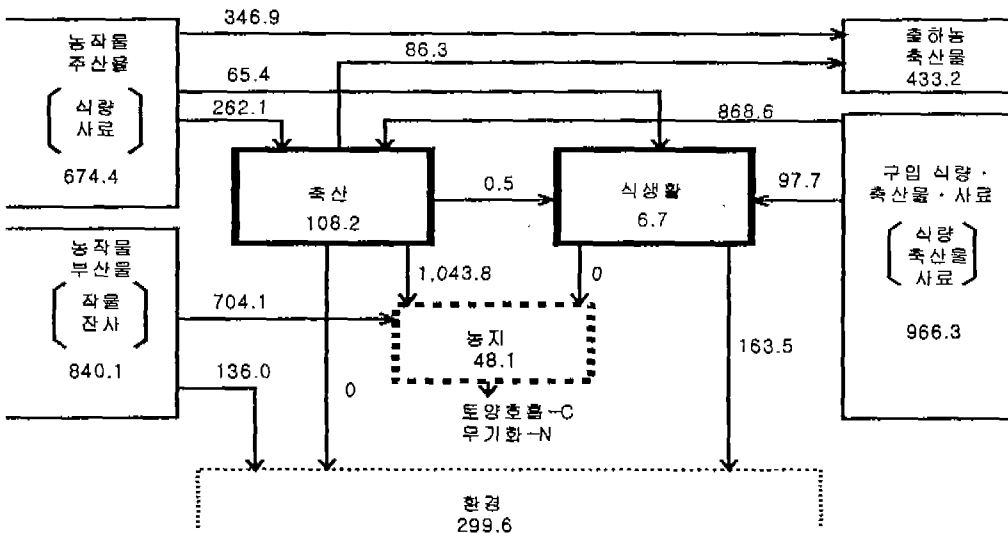


그림. 3. 농지환원률 100%인 경우의 유기물 흐름도(건조중량 kg/ha/년)

② 축산폐기물의 퇴비율이 70%인 경우: 축산에서 환경으로의 흐름량이 커져 환경부하 유기물에 있어서 축산의 비율이 가장 높다. 이때는 총 배출 유기물 중에서 1,435.5kg/ha/년이 농지로, 612kg/ha/년이 환경으로 배출되고 있는데, 총 배출 유기물의 농지환원율은 70%를 나타낸다.

이와 같이, 농촌유역의 유기물 흐름의 경로와 각 구성성분의 양을 명확히 함으로써, 환경오염의 배경이 파악되고, 지역 외와의 균형을 고려한 환경보전을 위한 유기물 관리방법을 확립할 수 있으리라고 사료된다.

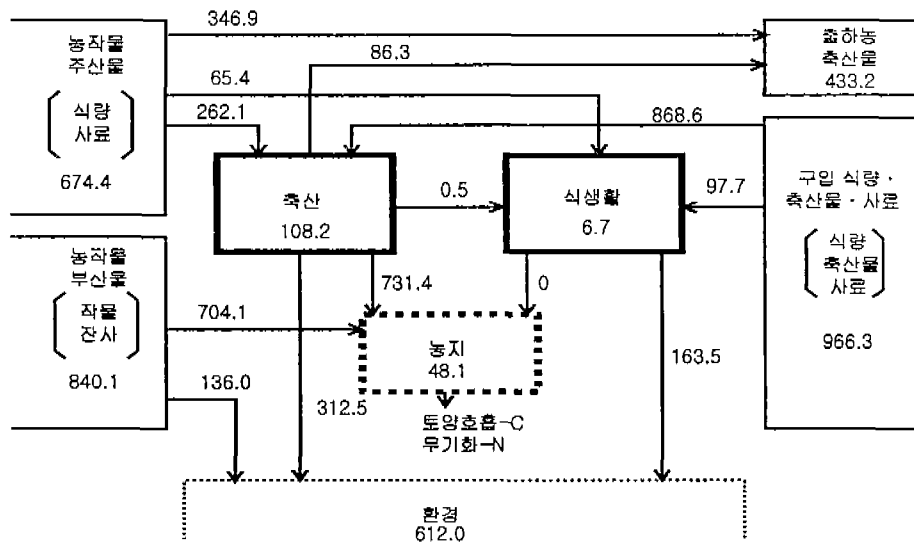


그림. 4. 농지환원율 70%인 경우의 유기물 흐름도(건조중량 kg/ha/년)

## V. 요약 및 결론

본 연구에서는, 지역수준에서의 유기물 추정방법을 확립하고 이를 농촌유역인 충북 청원군의 가덕면 유역에 적용하여 농촌유역에서의 유기물의 흐름량과 현존량을 평가하였다. 여기서 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 농작물 부산물은 84%가 농지로 환원되고 유효이용되고 있다. 한편, 식생활의 폐기물은 거의가 환경으로 배출되어 이것의 농지환원율을 향상시키거나 축산사료로서 이용할 필요가 있다.
- 2) 지역내로의 유입량이 지역외로의 유출량보다 533.1kg/ha/년정도 크고, 유입량 966.3kg/ha/년 중에서 90%가 축산을 위한 구입사료가 차지하고 있다.
- 3) 농지와 환경에 배출되는 총배출 유기물중 축산폐기물이 차지하는 비율은 51%로서 폐기물의 농지환원율의 향상 및 축산규모의 삭감이 유역의 환경보전의 관건으로 생각된다.

## VI. 참고문헌

1. 松本成夫·三輪啓太郎·袴田共之: 農村流域における有機物フロー量の推定法, システム農學, 6(2), 11~23(1990)
2. 松本成夫·佐藤一良·袴田共之·三輪啓太郎: 茨城縣牛久沼における有機物フローの変動評價, 日本土壤肥料學會誌, 第63卷 第4号(1992)
3. 대한민국 농림수산부, 1995, 농업총조사.