

가정오수의 처리형태에 따른 오염부하량 산정

Calculation of pollutant loadings discharged from sewage systems

*엄명철 · 이광야(농업기반공사) · 공동수(국립환경연구원) · 권순국(서울대)
*Eom, Myung-Chul · Lee, Kwang-Ya · Kong, Dong-Soo · Kwun, Soon-Kuk

Abstract

Discharge characteristics of pollutant loadings from sewage systems were estimated in the catchment area of a reclaimed area - Saemangeum -. Pollutant loadings were estimated according to the discharge pattern of small treatment facilities. BOD pollutant loadings produced by population were 84,380kg/day, which were composed of nightsoil 35% and sewage 65%.

1. 서론

유역내의 각종 오염원으로부터 배출되는 오염물질의 양을 산정하기 위해서는 원단위법이 많이 이용된다. 원단위법은 각 오염원별 원단위와 배출율을 통해 해당 오염원의 배출부하량을 산정하는 방법으로 원단위법을 통해 산정된 배출부하량을 유달율과 결합하면, 하천으로 실제 유입하는 유입부하량을 얻어낼 수 있다.

가정에서 발생된 생활계 기원 오염물질은 하수관거가 설치되어 있는 지역과 미설치 지역에 따라 오염물질의 부하량이 달라지며, 개별처리형태인 단독정화조, 합병정화조, 분뇨 수거에 의한 처리과정을 거치며, 다시 하수관거에서의 이송과정에서 유출된다. 따라서 오수의 발생원부터 개별처리시설의 처리상태 및 하수관거 특성, 하수종말처리시설의 효율 등이 세부적으로 파악되어야만 유역내에서 오염물질의 물질수지를 정확히 계산할 수 있다.

본 연구는 가정에서 발생된 오염물질의 물질수지를 파악하기 위해, 가정오수의 개별 처리형태에 따라 발생부하량을 계산하고, 이를 현재 조성중인 새만금호 유역에 적용하여 오염물질 배출량을 산정하고자 한다.

II. 가정오수 배출구조

가정오수 배출량을 크게 상주인구가 거주하는 가정과 취업인구가 활동하는 사업장, 시가화구역과 비시가화구역, 하수관이 설치되어 있는 처리구역과 그렇지 않은 미처리구역으로 구분하여 산정하였다. 이를 다시 개별적인 오수처리 형태에 따라 수거식, 단독정화조, 합병정화조, 미처리 배출로 구분하여 오염부하량을 계산하였다.

1. 오수 배출유형

유역내 인구현황을 가정 인구나 사업장 인구나로 구분하여 산정하였다. 이를 다시 시가화 지역과 비시가화 지역으로 구분하여 각각의 활동인구비를 계산하였다. 활동인구비는 사업장 인구에 대한 총인구의 비이다.

개별 오수처리형태에 따라 단독정화조 및 합병정화조, 무처리 배출형태는 수세식으로 구분하였고, 분뇨를 직접 분뇨처리장으로 이송시키는 형태는 수거식으로 분리하였다.

Table 1. Occupancy ratio

Type	Domestic	Occupancy	Occupancy Ratio
Urban	P_c	P_{cd}	k_c
Rural	P_c'	P_{cd}'	k_c'
합계	P	P_d	k

수세식의 경우에도 하수관거 설치유형에 따라 다시 합류식과 분류식 처리형태로 구분할 수 있지만, 이는 차후 배출부하량 계산에만 사용되므로 본 연구에서는 제외하였다.

Table 2. Population according to discharge type

Discharge type	Domestic		Occupancy	
	Urban	Rural	Urban	Rural
Washing	$P_{cde'}$	$P_{c'de'}$	$P_{cd'e'}$	$P_{c'd'e'}$
Non-washing	P_{cde}	$P_{c'de}$	P_{cde}	$P_{c'de}$
Total	P_{cd}	$P_{c'd}$	P_{cd}	$P_{c'd}$

2. 오수발생량

오수 발생량을 산정하기 위해 먼저 유역내의 실제 상수 사용량을 집계하였다. 상수 사용량은 수도전대장, 지하수 사용량 등을 통해 행정구역별로 산출하였으며, 이를 다시 오수 처리형태별, 사업장별로 구분하기 위해 물질수지식을 이용하여 다음과 같이 산정하였다.

Table 3. Water use according to sewage facility

Type		Domestic		Occupancy
		Non-washing	Washing	Washing
Fundamental	Urban	λ_{cde}	$\lambda_{cde'} = \lambda_{cde} + \omega$	-
	Rural	$\lambda_{c'de} = \lambda_{cde} - \omega$	$\lambda_{c'de'} = \lambda_{cde}$	
Practical	Urban	$\alpha_{cde} = \lambda_{cde}(1-k_c\theta)$	$\alpha_{cde'} = \lambda_{cde'}(1-k_c\theta)$	α_d
	Rural	$\alpha_{c'de} = \lambda_{c'de}(1-k_c\theta)$	$\alpha_{c'de'} = \lambda_{c'de'}(1-k_c\theta)$	

여기서 θ 는 활동인구가 사업장에서 사용하는 상수량비이며, 가정에서 사용하는 상수량에 대한 비율로 나타내고, ω 는 분뇨세정수의 기본원단위이다. 본 연구에서는 θ 와 ω 를 각각 0.31과 0.0685로 가정하였다.

산정된 상수사용량에다 오수 전환율을 곱하여 오수 발생량을 산정하고, 이를 물질수지에 의해 분뇨세정수와 잡배수로 구분하여 구하였다.

3. 발생부하량

발생부하량은 오수처리형태별 인구수에다 발생원단위를 곱하여 구하였다. 발생원단위는 상수인구에 대한 값만 알려져 있으므로, 이를 물질수지에 맞추어 가정과 사업장으로 구분하여 적용하였다. 발생부하량을 분뇨와 잡배수로 구분 산정하기 위해 분뇨부하분율(ϵ)을 가정하였는데 BOD 0.35, T-N 0.82, T-P 0.60을 적용하였다.

Table 4. Unit production loading value

Type	Domestic				Occupancy
	Non-washing		Washing		Practical
	Fundamental	Practical	Fundamental	Practical	
Urban	λ'_{ce}	$= \lambda'_{ce} \alpha'_{cde} (1 - k_c \theta')$	$\lambda'_{ce'}$	$= \lambda'_{ce'} \alpha'_{cde'} (1 - k_c \theta')$	α'_{α}
Rural	$\lambda'_{c'e}$	$= \lambda'_{c'e} \alpha'_{c'de} (1 - k_{c'} \theta')$	$\lambda'_{c'e'}$	$= \lambda'_{c'e'} \alpha'_{c'de'} (1 - k_{c'} \theta')$	

III. 모형의 적용

새만금 간척사업으로 인하여 새롭게 조성되는 새만금호는 집수유역이 넓고, 상류지역에 전주시 및 익산시와 같은 대규모 도시가 위치하고 있어, 오수 배출에 의한 생활계 부하량의 적절한 관리가 필수적이다.

1. 오수 배출인구

새만금유역내의 총 인구는 1998년 현재 1,348,438명이다. 이중 하수도 시설이 설치되어 있는 처리구역에 거주하는 인구는 55%인 743,733명이며, 미처리구역에 거주하는 인구는 604,705명이다. 총 사업장 활동인구는 660,086명으로서 활동인구비는 49%이다.

Table 5. Occupancy ratio on Saemangeum watershed area(1998)

Type	Population of domestic (head)	Population of occupancy (head)	Ratio
Urban	1,051,293	592,357	0.563
Rural	297,144	67,729	0.228
Total	1,348,437	660,086	0.490

Table 6. Population accroding to treatment facility on Saemangeum watershed(1998)

Type	Discharge Type	Facility Type	Treatment area		Non-treatment area			
			Combined	Seperated	Combined	Seperated	No system	
Urban (head)	Domestic	Non-Wagshing		78,371	186,038	81,867	0	28,409
		Washing	Combined tank	230,811		83,454		36,087
			Septic tank	233,297		62,159		17,126
		No treat	11,000	2,674	0			
	Occu-pancy	Washing	Combined tank	274,969	10,631	96,312	0	9,088
			Septic tank	145,431		53,085		532
No treat			1,732	577		0		
Rural (head)	Domestic	Non-washing		2,780	0	31,185	0	167,557
		Washing	Combined tank	650		300		7,734
			Septic tank	786		23,064		63,089
		No treat	0	0	0			
	Occu-pancy	Washing	Combined tank	1,755	0	10,464	0	46,316
			Septic tank	3,493		613		5,089
No treat			0	0		0		

2. 발생부하량

새만금 유역내 총 발생부하량은 BOD 84,380kg/day이며 이중 분뇨에 의한 발생량이 35%인 29,702kg/day, 잡배수 발생부하량은 65%인 54,678kg/day이다. T-N은 20,227kg/day로서 분뇨가 83%, 잡배수가 27%이며, T-P는 2,196kg/day로서 분뇨와 잡배수의 비율이 각각 61%, 39%이다.

Table 7. Pollutant loading produced by population on Saemangeum watershed(1998)

Factor	Type	Urban			Rural			Total
		Domestic		Occupancy	Domestic		Occupancy	
		Non-washing	Washing		Non-washing	Washing		
BOD (kg/day)	Nightsoil	3,406	15,121	5,448	3,462	1,642	623	29,702
	Sewage	6,325	28,081	9,686	6,429	3,050	1,107	54,678
	Subtotal	9,731	43,202	15,134	9,890	4,693	1,730	84,380
T-N (kg/day)	Nightsoil	1,667	7,402	4,097	2,179	1,034	468	16,848
	Sewage	366	1,625	612	478	227	70	3,378
	Subtotal	2,033	9,027	4,709	2,658	1,261	538	20,227
T-P (kg/day)	Nightsoil	142	631	280	177	84	32	1,347
	Sewage	95	421	144	118	56	17	851
	Subtotal	237	1,052	425	296	140	49	2,198

IV. 요약 및 결론

새만금유역에 대해 오수처리형태별로 인구를 구분하고, 이를 이용하여 처리형태별 생활계 발생부하량을 산정하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 인구를 가정과 사업장, 시가화구역과 비시가화구역, 처리구역과 미처리구역으로 구분하고 이를 다시 오수처리형태에 따라 수거식과 수세식으로 나누어, 각각의 발생부하량을 산정하였다.
- 2) 새만금유역내의 총 인구는 1998년 현재 1,348,438명이며 처리구역에 거주하는 인구는 55%이고, 미처리구역에 거주하는 인구는 45%이다. 총 사업장 활동인구는 660,086명으로서 활동인구비는 49%이다.
- 3) 새만금 유역내 총 발생부하량은 BOD 84,380kg/day이며 이중 분뇨가 35%, 잡배수는 65%이다. T-N은 20,227kg/day이며 분뇨가 83%, 잡배수가 27%이며, T-P는 2,196kg/day로서 분뇨와 잡배수의 비율이 각각 61%, 39%이다.

참고문헌

1. 농림부, 농어촌진흥공사, 새만금지구 담수호 수질보전 대책수립 조사연구(II).
2. 정부합동, 2000, 대청호 등 금강수계 물관리 종합대책-중부권의 젓줄 금강살리기.
3. 정부합동, 2000, 영산강수계 물관리 종합대책-호남의 생명수 지키기.
4. 환경부, 1999, 새만금호 수질보전 종합대책(시안).
5. 환경부, 2001. 한국의 호소환경 조사기법 개발에 관한 연구.
6. 國松孝男, 村岡浩爾, 1989, 河川汚濁のモデル解析, 技報堂出版.