

수계 내 부영양화 방지를 위한 질소 수지 관리

Nitrogen budget management for preventing eutrophication in watershed

윤동민* · 민지은** · 박재우***

Yun, Dong-Min · Min, Jee-Eun · Park, Jae-Woo

Abstract

Nitrogen budgets in Korea in 2005 were estimated using a mass balance approach. Major nitrogen fluxes were divided into three section: cites, agricultural area, and forest. It contains nitrogen input 21 percent more than the previous research in 2002. Especially the change of government plans affect nitrogen budget.

Key words : Nitrogen, Budget, Eutrophication

1. 서 론

부영양화란 물의 이용에 방해가 될 정도로 부착성 또는 부유성 수중식물이 성장하는 현상으로, 호수·연안 해역·하천 등의 정체된 수역에 생활하수나 공장폐수 또는 비료나 유기물질 등에 의해서 물속에 암모니아·아질산염·질산염·유기질소화합물·무기인산염·유기인산염·규산염 등 영양염류가 많을 경우 식물성 플랑크톤이 과잉 증식하여 물속에 있는 산소를 감소시키고, 수질이 나빠지며 산소결핍으로 어패류가 죽는 현상을 말한다. 산업화의 발달에 따라 생활하수·공장폐수·농경지나 도시지표면의 우수유출로 인하여 이러한 문제가 심각하게 나타나고 있으며, 일반적으로 부영양화의 한계값은 질산염이 0.2~0.3mg/L, 인산염이 0.01~0.02mg/L 정도로 알려져 있다.

부영양화의 판단요소인 질소(N)와 인(P) 중 질소는 대기, 토양, 생물, 물 등 전체의 생태계에서 가장 중요한 영양물질 순환이며, 토양이나 수계내에서 질산화(nitrification), 무기화(mineralization), 탈질화(denitrification)작용을 거쳐 자유롭게 순환한다. 또한 질소는 미생물 성장에 필수적으로 필요한 영양물질이며, 수계에서 조류의 번식을 촉진하여 부영양화를 일으킨다. 또한 우리나라의 경우 단위 면적당 질소사용량이 많아 질소에 의한 부영양화가 크게 증가하고 있다(그림 1).

인류활동으로 인해 화학비료의 사용이 증가함에 따라 우리나라의 경우 집약적인 경작이 이루어지는 농지에서는 단위 면적당 표준 시비량이 훨씬 넘게 화학비료를 투입하고 있으며, 화학비료의 사용량이 증가하면 증가할수록 작물에 의한 흡수율은 떨어지고 경지에서 질소가 용출되어 하천이나 호수, 지하수를 오염시키는 비율이 많아진다. 또한 유기질이 적은 토양에 화학비료를 많이 사용하면 유기질의 분해가 촉진되어 지력은 더욱 나빠지고 비료 성분의 용출도 촉진하게 된다.

질량보존의 법칙의 개념을 기반으로 한 물질 수지 분석 방법은 전 세계적으로 각 나라의 질소의 순환을 이해하는데 많이 사용되며, 경계의 공간적 영역은 하천, 분수계, 호수 등 분석하고자 대상에 따라 다양하게 시도되었다. 물질 수지 분석 방법은 정확한 실험적 데이터는 얻지 못하지만, 질소동태를 연구하는 측면에서 효율적인 질소 관리 방안이며, 작은 규모의 질소관리부터 우리나라 전체로 하는 질소관리까지 가증하다.

우리나라에서는 농경지에 대한 질소 수지 연구가 가장 활발하게 진행되어 왔으며, 국가적인 규모에서의 질소수지 연구가 진행되었다. 그러나 정부의 2005년 음식물 직매립 금지는 질소 흐름 동태에 영향을 미쳤으며, 또한 2012년 축산분뇨 및 하폐수의 해양투기 금지 등 정부의 큰 정책은 질소 흐름에 영향을 주게 된다. 새로

* 비회원 · 한양대학교 토목공학과 · 석사과정 E-mail : bestiru@gmail.com

** 비회원 · 한양대학교 토목공학과 · Post Doc.

*** 정회원 · 한양대학교 토목공학과 · 교수

운 통계자료와 문헌자료를 바탕으로 기존의 연구결과를 보완하며, 주기적으로 우리나라 전체의 질소의 동태를 파악하는 것은 지하수 및 수계의 산정에 있어 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 2007년에 찾을 수 있는 가장 최근인 2005년의 질소 수지를 정량화 하여 기존의 연구와 비교·분석하여 우리나라의 질소수지 경향을 판단하는 것을 목표로 하였다.

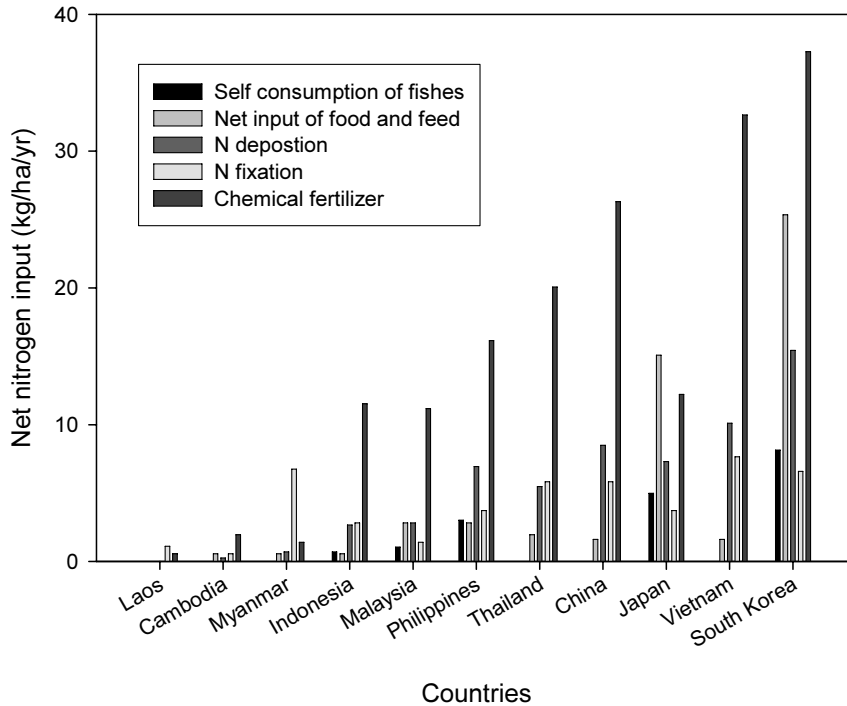


그림 1. 동아시아 각국의 단위면적당 질소 수지

2. 연구방법

질소수지 분석에 필요한 통계 수치 및 문헌자료를 최대한 사용하였다. 남한 지역 전체의 질소 유입과 유출의 양을 측정하기 위해서 배출특성이 다른 세 가지 환경인 도시계, 농업 및 축산업계, 산림계로 구분하여 분석하였다. 도시계의 토양은 불투성 포장이 되어있어 질소가 침착되거나 고정되기 힘들고, 인구가 밀집되어 있어 식료품으로의 질소 유입(food)이 주로 유입된다. 농업 및 축산업 지역은 건식 및 습식을 포함한 대기로부터의 질소 침착량(deposition), 질소고정 박테리아에 의한 생물학적 질소 고정량(fixation), 수입 및 국내에서 생산된 비료에 의한 토양으로 유입량(fertilizer), 미처리된 가축분뇨에 의한 유입 및 퇴비의 재사용량(compost), 관개용수에 의한 토양으로 질소 유입에 의한 유입(irrigation)을 고려하였다. 임야지역은 특별한 질소 유입원이 없으므로 침착 및 고정량을 대상으로 하였다. 질소의 유출은 농업지역에서는 작물에 의한 영양물질 흡수량, 토양에서의 탈질량 및 토양으로 축적된 양으로 질소 유출량을 추정하였으며, 축산업에서는 가축분뇨의 발생량 중 휘발되거나 탈질된 양, 퇴비로 재 사용된 양을 고려하였다. 임야 지역에서 질소의 발생량은 탈질량으로 고려하였으며, 도시계에서는 인체에 사용된 질소 이외에 하수처리장 및 축산폐수처리장에서의 휘발 및 탈질된 양을 유출량으로 산정하였다. 각 계에서 고려한 사항을 그림. 2에 도식화 하였다.

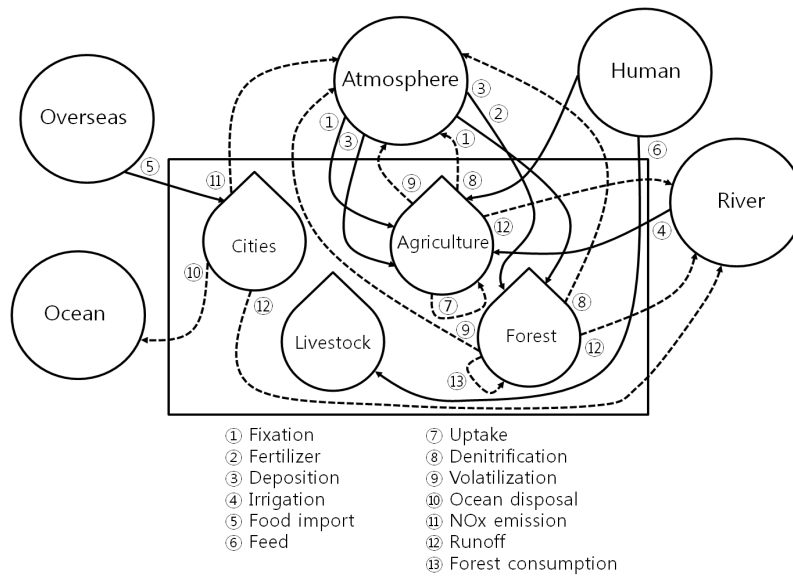


그림 2. 질소 수지 흐름

3. 결 론

질소 수지를 토대로 질소량을 비교해 본 결과 2001년에 비해 2005년에 질소의 유입량이 20% 증가한 것으로 산출되었다(표 1). 이는 당 해년 생산된 퇴비의 양을 재 유입되는 양으로 고려해 주었기 때문이다. 이에 비해 유출의 특성은 25% 정도 작게 산출되었는데, 이는 국가에서 지정한 음식물 쓰레기 직매립 금지로 인해 질소의 흐름이 바뀌었기 때문이며, 표면 유출을 통해 강으로 유출되는 양은 비점오염원으로 고려하지 않았기 때문이다. 세부적인 질소량은 보면 2001년에 비해 2005년의 화학비료 사용량이 줄었지만, 우리나라의 배양토의 적정 시비량에 비하면 아직도 많은 양의 비료가 농경지로 유입되어 비점오염원으로 배출되어 부영양화의 원인이 되고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 부영양화를 일으키는 주요 원인 중 하·폐수 처리에 의한 질소 유입량 보다 논 및 밭에서 용출되는 질소의 양이 현저하게 많아 호소내의 부영양화를 일으키는 주요원인으로 작용했다고 판단되며, 화학비료에 대한 정부의 대책으로 단위면적당 질소 사용량을 줄여야 하겠다.

표 1. 2001년과 2005년의 질소 수지량

	2001년 (10 ³ ton/yr)	2005년 (10 ³ ton/yr)
총 유입량	1,194.5	1,442.3
화학비료	375	354
퇴비	NC	173
질소고정	111.5	92
질소 침착량	163.5	136
관개에 의한 유입량	NC	44
사료	394	484
수입품	79.5	159

해산물 소비	71	NC
총 유출량	1194.5	814
식물 흡수량	NC	337
탈질량	298.5-312.5	137
휘발량	169	173
산림소비량	NC	33
해양유출량	408-422 (throughout river)	105
매립량	242.5	NC
기타	62.5	13

참고문헌

2006 환경통계연감, 환경부 (2006)

2006 농림통계연보, 농림부 (2006)

2005 하수도통계, 환경부 (2006)

최의소, 김태훈 (2004). “질소수지 분석을 통한 질소 배출량의 추정,” 환경정책연구, 3(1), 95-117