

대기오염에 의한 환경경제적손실평가방법

김원국, 박효성

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《사회가 발전하고 경제가 발전할수록 환경보호문제는 더욱더 중요한 문제로 나서게 됩니다. 공장, 기업소들이 많이 건설되고 새로운 공업부문들이 끊임없이 창설되는데 따라 자연환경이 파괴될수 있는 위험은 더욱 커집니다.》(《김정일선집》 증보판 제22권 309페이지)

경제가 발전할수록 자연환경이 파괴될수 있는 위험성이 커지므로 제때에 방지대책을 세우는것이 필요하다.

우리는 환경오염의 후과를 정량적으로 평가하기 위한 한가지 방법으로서는 대기오염의 환경경제적손실평가방법에 대하여 연구하였다.

1. 대기오염으로 인한 환경경제적손실평가방법

① 생산률법

생산률법은 환경질변화에 의한 생산액의 변화를 리용하여 환경질변화의 경제적손실을 평가하는 방법이다.[2] 실제로 화학공장에서의 공기오염은 주변농장들의 농업생산에 불리한 영향을 준다. 그러므로 농작물생산의 경제적손실(L)은 다음과 같이 계산할수 있다.

$$L = \sum P_i \cdot S_i \cdot q_{0i} \cdot \alpha_i \quad (1)$$

여기서 P_i 는 농작물 i 의 가격, S_i 는 농작물 i 의 생산면적, q_{0i} 는 오염된 농작물 i 의 단위면적당 생산량, α_i 는 농작물 i 의 생산감소율이다.

② 회복비용법

오염으로 인하여 나빠진 환경질을 본래의 상태로 회복하는데 드는 비용을 회복비용이라고 하며 이 비용을 리용하여 경제적손실을 평가하는 방법을 회복비용법이라고 한다.[1] 즉 광산개발이나 지하구조물건설로 인하여 지면이 침하되면 농업생산에 영향을 주므로 새 땅을 개간하는 방법으로 그 피해를 보상할수 있는데 그 개간에 드는 비용으로 농업부문이 입은 피해를 계산할수 있다.

③ 음영공정법

음영공정법은 회복비용법의 한가지 특수한 경우로서 환경과피후 어떤 공정시설을 새로 건설하여 원래의 환경기능을 대신하는 경우 새로운 공정건설비용을 가지고 환경오염 또는 파괴에 의한 경제적손실을 평가하는 방법이다.

실제로 산림의 생태적효과를 계산할 때 산림이 매해 사회에 얼마만한 효과를 주는가 하는것은 계산하기 힘들므로 산림이 없다고 가정하고 현존산림이 사회에 주는 효과가 얼마인가를 계산하고 이 비용을 산림의 생태적효과로 평가할수 있다.[3, 4]

2. ㄷ지역에서 대기오염으로 인한 경제적손실평가

일반적으로 대기오염은 농업과 림업, 축산, 수산, 건설, 교통, 통신, 봉사 등 인민경제 여러 부문과 사람들의 건강, 정신심리 그리고 도시경관에 영향을 줄수 있다. 그러므로 대기오염의 영향을 다음과 같은 몇가지 중요한 항목을 가지고 평가하였다.

$$D=DH+DA+DF+DB+DC+DT \quad (2)$$

여기서 D는 대기오염으로 인한 총체적인 손실액, DH, DA, DF, DB는 각각 대기오염이 사람들의 건강과 농업, 림업, 건축재료부문에 주는 손실액, DC는 대기오염증가로 인한 도시경영분야에서의 위생사업비용, DT는 대기오염으로 인한 보임거리의 감소가 교통부문에 주는 손실액이다.

우의 6가지 항목중에서 우리는 대기오염이 사람들의 건강에 주는 손실액과 대기오염증가로 인한 도시경영분야에서의 위생사업비용, 대기오염으로 인한 보임거리의 감소가 교통부문에 주는 손실액을 제외한 나머지 항목들에 대하여 평가하였다.

1) 대기오염으로 인한 농업부문의 손실액(DA) 계산

농작물에 영향을 주는 주요 대기오염물질은 SO_2 과 중금속화합물, 먼지이다. 그런데 중금속화합물은 배출량이 적고 피해가 국부적인것으로 하여 주로 SO_2 과 먼지에 의한 피해를 고찰한다. 선행연구[2]에서는 SO_2 의 식물에 대한 피해한계농도를 $(1\sim5)\cdot 10^{-6}\%$ 정도로 보았다.

대기오염에 의한 농업부문의 손실은 농작물수확고감소로 나타나는데 주로는 알곡과 남새수확고의 감소로 인한 손실이다. 그러므로 피해가 일정하게 존재하는 지역에서의 농업손실액은 다음과 같이 표시할수 있다.

$$DA=DAV+DAG \quad (3)$$

여기서 DAV, DAG는 각각 대기오염으로 인한 남새, 알곡수확고감소가 주는 손실액(원)이다.

① 남새수확고감소로 인한 경제적손실액(DAV) 평가

선행연구[2]에 의하면 대기오염으로 인한 남새수확고의 감소는 지어 20~50%정도에 달한다. ㄷ지역에 대한 조사결과에 의하면 기본재배작물인 배추와 무우, 시금치, 가지, 호박 등의 수확고는 다른 지역에 비하여 평균 14%정도 감소되었다. 오염구역에서 남새를 900여정보 심었는데 평균생산량이 정보당 25 500kg이고 평균남새가격은 1kg당 5원이다. 이로부터 대기오염으로 인한 남새수확고감소가 주는 손실액(원)은 다음과 같다.

$$DAV=900\times 25\ 500\times 0.14\times 5=1.61\times 10^7 \quad (4)$$

② 알곡수확고감소로 인한 경제적손실액(DAG) 평가

ㄷ지역에서 벼, 강냉이, 밀, 고구마, 콩 등 5가지 주요알곡작물의 손실을 조사한데 의하면 대기오염에 의한 알곡수확고감소률은 14~25%, 평균 19%였다. ㄷ지역의 알곡재배면적은 1 100정보, 정보당 알곡수확고는 5 500kg, 알곡수매가격은 평균 10원/kg, 알곡의 정미률이 75%일 때 대기오염에 의한 알곡수확고감소가 주는 손실액(원)은 다음과 같다.

$$DAG=1\ 100\times 5\ 500\times 0.19\times 0.75\times 10=0.86\times 10^7 \quad (5)$$

이와 같이 대기오염에 의한 농업생산감소가 주는 손실액(DA)은 2.47×10^7 원이다.

2) 대기오염으로 인한 림업부문의 손실액(DF) 계산

대기오염으로 인한 림업부문의 손실은 목재생산량감소와 산림의 생태적효과의 감소로 인한 경제적손실로 나타나는데 다음과 같다.

$$DF=DFW+DFE \quad (6)$$

여기서 DFW는 목재용나무의 생장 및 생산감소에 의한 경제적손실액(원), DFE는 산림생태효과의 감소에 의한 경제적손실액(원)을 의미한다.

연구지역주변의 산림지대에서 자라는 나무들은 주로 소나무, 잣나무, 아카시아나무이며 선행연구[2]에 의하면 이 나무들의 년평균생장량은 $4.74\text{m}^3/(\text{정보} \cdot \text{y})$ 이다. 또한 조사결과에 의하면 연구지역에서 대기오염으로 인한 나무의 생장 및 생산손실률은 15%정도이다. 따라서 나무의 가격을 원목가격($100\text{원}/\text{m}^3$)으로 계산할 때 손실액은 0.09×10^7 원이다. 이 손실액은 대기오염이 나무의 생장 및 생산에 주는 영향으로 인한 경제적손실만을 계산한것일뿐 대기오염으로 산림의 병해충활동이 활발해지면서 목재의 질이 낮아지는것으로 인한 손실은 계산하지 않은것이다.

선행연구[3]에 의하면 산림의 생태적효과는 목재의 경제적가치를 훨씬 초과한다. 실제로 산림의 생태적효과는 생산된 산소의 가치, 대기오염을 방지한 가치, 토양침식방지와 토양비옥도증가에서 창조된 가치, 물의 축적, 보존, 재순환촉진에서 얻은 가치, 조류 및 기타 동물의 서식환경을 마련해줌으로써 얻은 가치, 단백질을 생산한 가치 등으로 표현되며 산림의 생태적효과의 경제적가치는 산림 총 경제적가치의 90%정도를 차지한다. 이로부터 음영공정법에 따르는 산림의 가격을 10%로 하고 그것의 생태적효과를 90%로 정하였을 때 대기오염이 산림의 생태적효과에 미치는 손실액(원)은 다음과 같다.

$$DFE=0.09 \times 10^7 \times 9=0.81 \times 10^7 \quad (7)$$

이로부터 림업부문의 총 경제적손실액(DF)은 0.9×10^7 원이다.

3) 대기오염이 건축재료분야에 주는 손실액(DB) 계산

연구지역은 금속, 칠감, 비금속건축재료의 부식이 다른 지역보다 심하다. 이 지역에서 금속부식률은 다른 지역들에 비해 몇배 높으며 야외칠감의 사용수명은 정상상태의 절반 ~ 1/3정도이고 비금속건축재료의 부식도 빨라진다. 재료의 부식피해를 조사한데 의하면 건재가운데서 강재와 야외칠감의 부식이 특히 심하다.

일반적인 부식으로 인한 경제적손실은 다음과 같이 계산한다.[2]

$$M = BCD(1/D - 1/E) \quad (8)$$

여기서 B는 재료소비량, C는 재료의 가공단가(원/t), D는 오염지역에서 재료의 사용수명(y), E는 오염이 없는 지역에서 재료의 사용수명(y)이다.

논문에서는 대기오염이 건축재료분야에 주는 손실액으로서 도금강과 칠감의 부식으로 인한 경제적손실만을 계산하였다.

$$DB=DBS+DBP \quad (9)$$

여기서 DBS는 도금강의 부식으로 인한 경제적손실, DBP는 칠감의 부식으로 인한 경제적손실이다.

① 도금강의 부식으로 인한 경제적손실액(DBS) 평가

도금강은 도금층과 본체로 이루어져있으며 도금층이 부식된 후에도 계속 리용하면

본체의 부식속도는 빨라진다. 그러므로 다음과 같이 표시할수 있다.

$$DBS = DBSC + DBSN \quad (10)$$

여기서 DBSC는 도금층의 부식으로 인한 경제적손실액, DBSN은 본체의 부식으로 인한 경제적손실액이다.

도금강소비량은 회복비용법에 근거하여 계산하는데 연구지역의 도금강소비량은 18t이다. 이때 실내와 야외에서 각각 9t이다.

도금강의 평균가격이 500원/t정도이고 가공하지 않은 탄소강의 평균가격이 400원/t일 때 도금강의 가공가격은 약 100원/t이다.

도금층의 평균수명은 비와 눈을 직접 맞는 야외인 경우 오염지역에서 4년(D_1)이고 오염이 없는 지역에서 12년(E_1)이며 비와 눈을 직접 맞지 않는 실내인 경우 오염지역에서 8년(D_2)이고 오염이 없는 지역에서 26년(E_2)이다. 그러므로 야외와 실내에서 도금층의 손실액은 $9 \times 100 \times 4 \times (1/4 - 1/12) = 600$ (원), $9 \times 100 \times 8 \times (1/8 - 1/26) = 623$ (원)이다.

다음 본체의 부식으로 인한 경제적손실(DBSN)은 다음과 같이 계산한다.

본체의 부식실험자료에 의하면 야외인 경우 오염구역에서의 수명은 3년, 오염이 없는 구역에서는 7년이고 실내인 경우는 수명이 각각 7년과 16년이였다.

이로부터 야외인 경우 본체의 손실은 $9 \times 400 \times 3 \times (1/3 - 1/7) = 2057$ (원), 실내인 경우 $9 \times 400 \times 7 \times (1/7 - 1/16) = 2025$ (원)이므로 본체의 총손실액(DBSN)은 4082(원)이다.

② 칠감재료의 경제적손실액(DBP) 평가

칠감재료의 부식정도에 관한 실험결과에 의하면 오염구역에서의 평균사용수명은 1년 정도이지만 오염이 없는 구역에서는 2년정도이다. 연구지역에서 연간 칠감재료소비량은 약 3t, 그중 강재에서의 소비량은 사용총량의 50%정도이며 1m²당 칠감사용량이 0.6kg이다. 그리고 연간 도장한 강재의 총면적은 2500m²이다.

조사한데 의하면 도장한 강재의 약 50%는 야외에서 사용된다.

칠감재료의 평균가격은 14원/kg이고 도장작업공수는 칠감재료가격의 2배정도라고 할 때 1m²당 도장작업에 드는 가격은 25.2원/m²이다. 따라서 칠감재료의 경제적손실액(DBP)은 15750원이다.

결국 대기오염이 건축재료분야에 주는 총손실액(DB)은 21055원이다.

맺는 말

지역에서 대기오염으로 인한 경제적손실은 3.282×10^7 원이다. 선정한 평가항목들중에서 농업생산에 주는 손실이 75%로서 제일 크다.

사회경제가 발전할수록 생산량이 늘어나고 자원의 가치도 높아지므로 대기오염으로 인한 손실도 그만큼 커지게 된다. 그러므로 대기오염을 줄이기 위한 합리적인 기술을 적극 받아들이고 대기오염방지를 위한 각종 조치들을 취하는 사업을 계획적으로, 전망적으로 진행해나가야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 조영남; 환경경제학, 김일성종합대학출판사, 78~86, 주체96(2007).
- [2] B. Mota et al.; Journal of Cleaner Production, 105, 14, 2015.
- [3] C. Clini; Sustainable Development and Environmental Management, Springer, 34~56, 2008.
- [4] 李克国 等; 环境经济学, 中国环境科学出版社, 102~132, 2008.

주체105(2016)년 12월 5일 원고접수

Assessment of Environmental Economic Loss by Atmospheric Pollution

Kim Won Guk, Pak Hyo Song

The assessment of environmental economic loss by atmospheric pollution is important to us.
So we suggest several assessment methods of environmental economic loss and estimate the economic loss in any area.

Key words: environmental economy, economic loss