

## 홍수량 할당과 거래제도에 관한 연구\*

김동엽\*\* · 최영준\*\*\*

### 〈차 례〉

I. 서 론  
II. 모 형

III. 홍수량 할당제도 도입방안  
IV. 결 론

### I. 서 론

우리나라는 여름철에 강우량이 집중되어 있을 뿐만 아니라 산지가 많은 지형적 특성으로 홍수가 발생할 가능성이 비교적 높다. 지형 특성상 하천 연안의 저지대에 인구가 밀집하여 도시화가 이루어짐에 따라 홍수의 발생빈도뿐만 아니라 홍수피해 규모도 급격히 증가하고 있다. 1974년부터 2003년까지 과거 30년간 재해로 인한 연평균 재산피해액은 매 10년 단위로 3.2배씩 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 따라서 홍수의 예측이 어려운 상황에서 국민의 홍수피해를 방지하기 위해서는

\* 본 연구는 건교부의 '홍수량 할당제도'의 연구 용역의 일부임.

\*\* 경희대학교 경제통상학부 교수(교신저자)

\*\*\* 경희대학교 무역학부 조교수(공동저자).

1) 대통령자문 지속가능발전위원회 (2005)를 참조하시오.

홍수 예방을 위한 다양한 대책을 수립할 필요가 있다.

우리나라의 치수대책은 구조물적인 방법을 중심으로 획일적으로 이루어지고 있다. 하천은 한 지역만이 아니라 여러 지역을 흐르게 되는데 치수대책은 지역의 특성을 고려하지 않고 획일적으로 제방만을 축조하는 대책에 의존하고 있다. 이러한 제방의 축조는 첨두홍수량을 증가시켜 하류지역의 홍수방어에 부담을 가중하여 인구나 자산이 집중되어 있는 하류지역의 홍수발생 가능성을 높이는 부작용을 발생시키고 있다. 또한 현행 치수대책은 행정구역 중심으로 이루어지고 있어 지역간 협력이 잘 이루어지고 있지 않아 홍수방어가 효율적으로 이루어지고 있지 않다. 즉, 하천의 홍수피해를 효율적으로 방어하기 위해서는 수량을 분산시키거나 홍수피해를 선택적으로 방어할 필요가 있다. 하지만 행정구역 중심의 치수대책은 홍수피해를 가중시키는 문제점을 일으키고 있다. 따라서 새로운 개념의 홍수관리 대책이 요구되고 있다.

신개념의 홍수관리 대책은 2020년까지의 수자원장기종합계획에 포함되어 추진전략이 수립되고 있다. 새로운 홍수관리 대책의 중요한 특징은 유역내 분산방어와 선택적 방어로 요약된다. 유역내 분산방어 개념은 구조물적인 홍수방어에서 비구조물적인 저류지, 홍수조절지, 방수로 등을 활용하여 홍수량을 유역내에 분산방어하는 방법을 적극 활용한다. 그리고 선택적 방어의 개념은 소규모 상습 침투지역은 경제성 분석을 통해 제방축조를 통한 홍수방어 대신 주민이주를 통해 홍수피해 발생을 원천적으로 방지하는 것이다. 이러한 신개념의 홍수방지대책을 시행하는 정책적 수단으로 홍수량 할당제의 도입이 추진되고 있다.

따라서 본 연구는 홍수량 할당제의 필요성과 도입방안에 대해 연구하려고 한다. 하지만 홍수량 할당제도는 국내외적으로 아직 시행되고 있지 않아 관련 선행연구가 아직 나오지 않은 실정이다. 따라서 본 연구는 경제모형을 이용하여 홍수량 할당제 도입의 필요성을 분석하고 바람직한 제도 도입방안 및 예상되는 문제점에 대해 살펴보았다.

본 연구는 네 개의 장으로 구성되어 있다. 제Ⅱ장에서는 경제모형을 이용하여 유역내 두 지역이 존재하는 경우의 홍수방어 활동을 분석하여 홍수량 할당

제도 도입의 필요성에 대해 살펴보았다. 그리고 제Ⅲ장에서는 홍수량 할당제도 도입시 중요한 문제들인 지역별 홍수량 할당과 비용분담의 문제에 대해 살펴보았다. 마지막으로 제Ⅳ장에서는 본 연구를 요약하였다.

## Ⅱ. 모 형

본 연구의 모형은 몇 개의 가정 위에 개발되었다. 먼저 본 연구의 분석단위는 유역이며 한 유역에는 2개의 지역이 존재한다고 가정한다. 물의 흐름은 행정적 구분과 상관없이 흐르기 때문에 홍수방어를 비롯한 하천의 관리는 유역별 관리체제로 전환되고 있다. 또한 유역내에는 다수의 지방자치단체가 존재하게 되므로 상호협의를 통해 하천관리가 이루어지고 있다. 이러한 현실적 상황을 고려하여 지역별 홍수방어 활동이 이루어지고 있는 하나의 유역을 분석단위로 하였다. 현실적으로는 하나의 유역에는 2개 이상의 지역을 흐르고 있지만 분석의 편의를 위해 2개 지역으로 한정하였다.

둘째로, 본 연구의 모형에서 각 지역의 제방과 댐은 고정되어 있는 것으로 가정한다. 홍수방어 활동은 제방을 축조하여 유량을 다른 지역으로 흘려보냄으로써 자기 지역의 홍수발생 가능성을 낮추는 구조물적인 방법이 있으며 또 다른 방법으로 댐이나 천변저류지와 같은 홍수량을 관리함으로써 홍수피해를 예방하는 비구조물적인 방법이 있다. 본 연구에서 각 지역은 구조물적인 방법이 아닌 비구조물적인 방법에 국한한다.<sup>2)</sup>

셋째로, 본 연구모형은 각 지역은 자기 지역의 홍수량을 조절함으로써 홍수를 방어하는 것으로 가정한다. 각 지역은 홍수량을 조절하여 천변저류지 등과 같은 홍수량 방어시설의 규모를 결정하는 치수정책을 결정하게 된다.

넷째로, 각 지역의 홍수방어 활동은 홍수의 발생 가능성에 영향을 미치게 된

---

2) 최근의 치수정책은 구조물적인 방법보다 비구조물적인 방법 중심으로 전환되고 있다.

다. 각 지역의 홍수량 관리는 홍수발생 가능성을 완벽히 없애는 것이 아니라 홍수발생 가능성을 감소시키게 된다. 일반적으로 홍수발생 가능성은 지역의 홍수량에 의해 영향을 받는다. 지역의 홍수량 ( $T_J - Q_J$ )은 지역의 총홍수량 ( $T_J$ )에서 지역의 홍수량 방어시설규모 ( $Q_J$ )를 차감한 규모이다. 또한 홍수발생 확률 밀도함수는 오목함수(concave function)의 특성을 갖는 것으로 가정한다. 즉, 지역의 홍수량이 증가하면 홍수발생 확률은 증가하나 그 증가폭은 감소하는 것으로 가정한다. 따라서 지역의 홍수방어 활동에 대한 투자가 증가하면서 그 지역의 홍수발생 가능성은 감소하게 된다.

이와 같은 가정하에서 유역내 각 지역이 홍수방어를 위해 결정해야 할 문제를 살펴보자. 유역내 상류와 하류 지역은 모두 홍수피해의 위험에 노출되어 있으며 확률적으로 발생하게 된다. 또한 두 지역은 각각 홍수가 발생하였을 때와 홍수가 발생하지 않았을 경우 다른 편익(benefit)을 가지고 있다. 홍수발생은 지역의 인적 물적 손실을 가져오게 되어 지역은 홍수발생의 유무에 따라 다른 편익을 가지고 있다. 홍수의 피해도 홍수량의 규모에 따라 영향을 받게 되지만 분석의 편의를 위해 본 연구에서는 홍수발생시와 홍수미발생시의 편익으로 가정한다. 또한 각 지역은 홍수방어 시설을 확충하기 위해서는 비용이 소요되게 되며 홍수방어 비용함수는 볼록함수(convex function)의 특성을 갖는다. 따라서 유역내 상류와 하류 지역의 예상편익 함수는 다음과 같다.

$$\Pi_U = f_U(T_U - Q_U)B_U^0 + \{1 - f_U(T_U - Q_U)\}B_U^1 - C_U(Q_U) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Pi_L = & f_L(T_U - Q_U + T_L - Q_L)B_L^0 \\ & + \{1 - f_L(T_U - Q_U + T_L - Q_L)\}B_L^1 - C_L(Q_L) \end{aligned} \quad (2)$$

여기서,  $\Pi_J$ : J지역의 홍수방어 활동의 순편익( $J = U$ (상류),  $L$ (하류))

$f_J(\cdot)$ : J지역의 홍수발생 확률밀도함수( $f_J' > 0$ 이고  $f_J'' < 0$ )

( $J = U, L$ )

$T_J$ : J지역의 홍수량 ( $J = U, L$ )

$B_J^0$ : J지역에서 홍수발생시 편익(benefit) ( $J = U, L$ )

$$B_J^1: J \text{ 지역에서 홍수미발생시 편익} (B_J^1 > B_J^0) (J = U, L)$$

$$Q_J: J \text{ 지역의 홍수방어 시설규모} (J = U, L)$$

$$C_J(Q_J): J \text{ 지역의 홍수방어 비용} (C_J' > 0 \text{이고 } C_J'' > 0) \\ (J = U, L)$$

위 식 (1)과 (2)에서 첫 번째와 두 번째 항은 홍수발생에 따른 예상편익 (expected benefit)을 의미하며 마지막 항은 홍수방어비용을 의미한다. 홍수방어비용은 홍수방어량에 의해 확률적으로 발생하지는 않는다. 또한 위 식에서 상류의 홍수량은 지역의 총홍수량에서 홍수방어시설규모를 차감한 규모이지만 하류지역의 총홍수량은 지역의 총홍수량뿐만 아니라 상류지역에서 흘러내려온 홍수량을 합한 것에서 홍수방어시설규모를 차감한 규모가 된다. 따라서 상류에서 홍수량을 하류로 많이 흘러보내면 하류의 홍수발생 가능성은 높아지게 된다. 따라서 상류의 홍수방어 활동은 하류에 영향을 미치게 된다.

### 1. 비협조적 균형과 유역 최적방어규모

먼저 유역내 홍수를 관리하는 데 있어 상류지역과 하류지역에게 서로 협조하지 않고 각각 자유롭게 지역별 홍수량관리 규모를 결정할 때 지역별 균형 홍수방어규모( $Q_U^e, Q_L^e$ )를 살펴보자. 위 식 (1)과 (2)를 극대화하는 균형 조건식은 식 (3)과 (4)와 같다.

$$f_U'(T_U - Q_U^e)[B_U^1 - B_U^0] - C_U'(Q_U^e) = 0 \quad (3)$$

$$f_L'(T_U - Q_U^e + T_L - Q_L^e)[B_L^1 - B_L^0] - C_L'(Q_L^e) = 0 \quad (4)$$

식 (3)과 (4)의 첫 번째 항은 상·하류의 홍수방어 시설의 한계기대편익을 나타내며, 두 번째 항은 한계비용을 나타낸다. 따라서 상·하류간 비협조체제하에서 각 지역은 홍수방어의 기대편익과 한계비용이 같아지는 점에서 결정된다.

이제 유역 전체 측면에서 최적의 홍수방어 시설규모를 도출하여 보자. 유역

전체의 최적의 홍수방어 시설규모는 상·하류지역의 각각의 기대 순편익을 극대화하기보다는 상·하류지역의 기대 순편익의 합을 극대화할 것이다. 유역 전체의 순편익 함수는 식 (5)와 같다.

$$\begin{aligned} \Pi^S &= \Pi_U + \Pi_L \\ &= [f_U(T_U - Q_U)B_U^0 + \{1 - f_U(T_U - Q_U)\}B_U^1] - C_U(Q_U) \\ &\quad + [f_L(T_U + T_L - Q_U - Q_L)B_L^0 \\ &\quad + \{1 - f_L(T_U + T_L - Q_U - Q_L)\}B_L^1] - C_L(Q_L) \quad (5) \end{aligned}$$

식 (5)에서 유역 전체의 기대 순편익을 극대화하는 상·하류의 홍수방어시설 규모( $Q_U^*$ ,  $Q_L^*$ )는 식 (6)과 (7)로 표현된다.

$$\begin{aligned} f_U'(T_U - Q_U^*)\{B_U^1 - B_U^0\} - C_U'(Q_U^*) \\ + f_L'(T_U + T_L - Q_U^* - Q_L^*)\{B_L^1 - B_L^0\} = 0 \quad (6) \end{aligned}$$

$$f_L'(T_U + T_L - Q_U^* - Q_L^*)\{B_L^1 - B_L^0\} - C_L'(Q_L^*) = 0 \quad (7)$$

식 (6)과 (7)은 각각 유역 전체의 편익을 극대화하는 상류지역과 하류지역의 홍수방어 시설규모를 나타낸다. 식 (6)은 상류지역의 홍수방어 시설규모의 한계 편익과 한계비용만을 고려하지 않고 하류지역의 한계기대편익을 고려하여 결정된다.

**정리 1** 유역내 두 지역이 존재하고 지역의 홍수량이 홍수발생 가능성에 영향을 미칠 때, 유역내 상류와 하류 지역이 비협조적으로 각각 홍수량 방어규모를 결정하는 경우 상류지역과 하류지역은 유역 최적의 홍수량 방어규모를 달성하지 못한다.

<증명>

비협조체제하의 상·하류지역의 홍수량 방어규모를 결정하는 식 (3)과 (6) 그

리고 (4)와 (7)을 각각 비교함으로써 알 수 있다. 먼저 식 (3)에서 결정된 홍수량 방어규모를 식 (6)에 대입하면  $f_L'(T_U + T_L - Q_U^* - Q_L^*)\{B_L^1 - B_L^0\} > 0$ 이다. 왜냐하면  $f_L' > 0$ 이며,  $B_L^1$ 는 홍수가 발생하지 않았을 경우의 하류지역의 편익상태이며,  $B_L^0$ 는 홍수가 발생할 경우의 하류지역의 편익상태이므로  $B_L^1 - B_L^0 > 0$ 이다. 이는 상류지역은 유역 최적의 홍수량 방어 규모보다 더 적은 규모를 결정한다는 것을 의미한다. 그리고 하류지역은 비협조체제하에서 상류지역으로부터 유역내 최적의 규모보다 더 큰 규모의 홍수량이 흘러내려오게 되므로 홍수를 방지하기 위해서는 더 많은 홍수량을 방어해야 한다. 따라서 하류지역은 비협조체제하에서 최적의 규모보다 더 많은 홍수량을 방어해야 한다.

이와 같이 비협조체제하에서 상류지역은 유역 전체 최적의 홍수량보다 더 많이 그리고 하류지역은 유역 전체 최적의 홍수량보다 더 적은 홍수량을 방어하게 되는 것은 상류지역의 홍수량은 하류지역에 외부비경제효과를 발생시키기 때문이다. 일반적으로 하천의 하류지역은 도시가 발달되어 있어 홍수량 방어의 비용은 상류보다 더 크다. 이러한 상황에서 상류지역에서의 하류지역으로의 홍수량 방어는 상·하류간의 홍수방어를 위한 협조체제가 이루어지지 않을 경우 사회적 손실은 더욱 크다고 할 수 있다. 따라서 유역 전체의 효율적인 홍수방어를 위해서는 상·하류간의 협력이 중요하다. 또한 홍수방어 활동은 비용이 발생하지만 그 효과는 한 지역이 아니라 유역 전체에 미치게 되어 유역내 각 지역들은 홍수방어 시설을 설치하려고 하지 않고 무임승차하려는 성향을 가지게 될 것이다. 이는 유역내 지역간 분쟁이 발생할 수도 있게 될 것이다. 따라서 상·하류간의 분쟁의 소지를 없애고 유역 전체적으로 최적의 홍수방어를 위해서는 홍수량 할당과 같은 제도를 도입할 필요가 있다.

## 2. 홍수량 거래제도의 도입

홍수량 거래제도는 지역내 제방이 방어할 수 있는 능력 이상의 홍수량을 하류로 보낼 수 있는 권리를 거래할 수 있는 제도라고 정의할 수 있다. 홍수량 거래제도는 지역간 할당된 홍수량의 부담을 지역간 상호거래 함으로써 유역내 지역이기주의로서 발생할 수 있는 지역간 분쟁을 방지하고 유역내 홍수방지의 효율성을 높이게 되는 것이다. 홍수량 거래제도 하에서는 지역의 차이를 인정함으로써 유역내 각 지역이 최적의 홍수방지 설비를 설치할 수 있게 된다.

앞에서 살펴본 기본 모형에 상·하류간의 홍수량 거래제도 도입의 효과를 분석해 보자. 상류지역과 하류지역 간의 홍수량 할당이 거래가 가능하게 되면 상류지역에서 더 많은 홍수방어시설을 설치함으로써 하류지역으로부터 비용을 지불받을 수 있다. 따라서 상·하류간에 홍수량 한 단위당  $P_w$ 의 가격에 거래된다고 가정할 때 상류와 하류 지역의 편익함수는 식 (8)과 식 (9)로 표현된다.

$$\begin{aligned} \Pi_U &= f_U(T_U - Q_U - Q_U^S)B_U^0 \\ &+ [(1 - f_U(T_U - Q_U - Q_U^S))B_U^1 - C_U(Q_U)Q_U^S] + P_w Q_U^S \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi_L &= f_L(T_u + T_L - Q_U - Q_L - Q_U^S)B_L^0 \\ &+ (1 - f_L(T_u + T_L - Q_U - Q_U^S - Q_L))B_L^1 - P_w Q_U^S - C_L(Q_L) \quad (9) \end{aligned}$$

여기서  $P_w$  : 홍수량 1단위의 거래 가격

$Q_U^S$  : 거래되는 홍수량

홍수량 거래제도가 도입되면 유역내 상·하류 지역은 자기 지역의 순편익을 극대화하는 홍수방어규모를 설정할 것이다. 이를 위한 상·하류 지역의 순편익 극대화 조건은 다음과 같다.



$$\frac{\partial \Pi_U}{\partial Q_U} = -f_U'(\cdot)B_U^0 + f_U'(\cdot)B_U^1 - C_U' = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial \Pi_U}{\partial Q_U^S} = f_U'(\cdot)\{B_U^1 - B_U^0\} - C_U' + P_w = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial \Pi_L}{\partial Q_L} = -f_L'(\cdot)B_L^0 + f_L'(\cdot)B_L^1 - C_L' = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial \Pi_L}{\partial Q_L^S} = -f_L'(\cdot)B_L^0 + f_L'(\cdot)B_L^1 - P_w = 0 \quad (13)$$

위 식에서 식 (12)를 (13)에 대입하면  $P_w = C_L'$ 이 도출된다. 이는 하류지역에서는 직접 홍수방어시설을 설치하는 비용과 홍수방어를 상류지역에 부담시키고 비용을 지불하는 비용이 같을 경우 홍수방어를 상류에 부담시키는 것이다.

**정리 2** 유역내 상류와 하류 두 지역이 존재하고 지역의 홍수량이 홍수발생 가능성에 영향을 미칠 때, 홍수량 거래제도의 도입은 상·하류간 비협조체제하에서도 유역 전체 최적을 달성한다.

〈증명〉

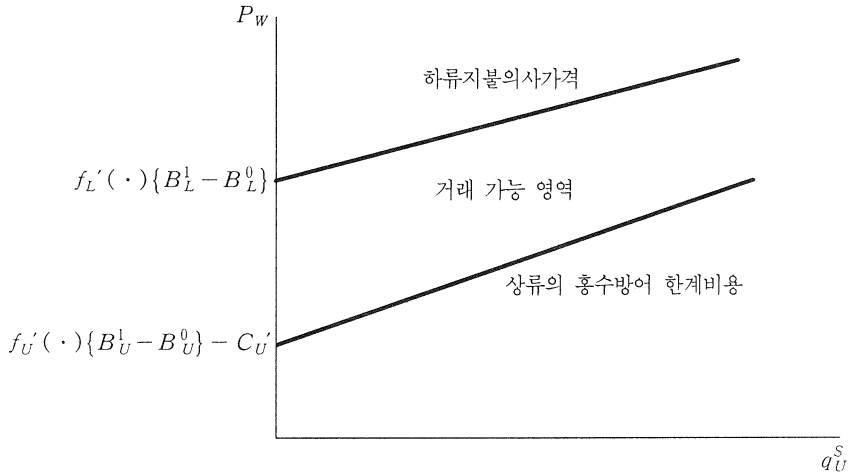
식 (13)을 식 (11)에 대입하면 다음과 같은 식을 도출할 수 있다.

$$f_U'(\cdot)\{B_U^1 - B_U^0\} - C_U' + f_L'(\cdot)\{B_L^1 - B_L^0\} = 0 \text{의 식은 식 (6)과 같다.}$$

식 (6)은 유역 전체 최적을 달성하는 상류지역의 홍수량 방어규모를 결정하는 식으로 상·하류간 홍수량이 거래가 허용되는 경우 유역의 최적을 달성하게 된다.

다음으로 상·하류간의 할당된 홍수량의 거래가 가능한지를 살펴보자. 식 (13)을 이용하여 하류지역의 지불의사가격을 도출하면  $P_w = f_L'(\cdot)(B_L^1 - B_L^0)$ 임을 알 수 있다. 또한 상류지역의 추가적 홍수방어 활동의 한계비용은 식 (11)로부터  $f_U'(\cdot)(B_U^1 - B_U^0) - C_U'$ 임을 알 수 있다. 이를 그림으로 표현하면 거래가 발생할 수 있는 영역이 존재하게 됨을 알 수 있다(〈그림 1〉 참조). 이 거래 가능 영역에서 거래가 이루어질 경우 유역의 홍수량 할당은 사회적 최적과 같게 된다.

〈그림 1〉 상·하류간 홍수량 거래 가능 영역

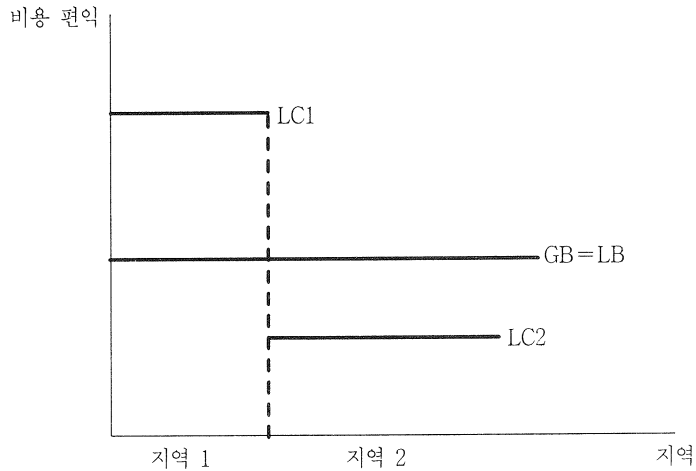


### Ⅲ. 홍수량 할당제도 도입방안

#### 1. 홍수량 할당제도의 개요

홍수량 할당제도는 하천별로 제방이 방어할 홍수량을 미리 할당하고, 초과분은 저류지 조성, 도시방재계획 등으로 유역내에서 해소하여 유역내 홍수방어시설을 다양화하고 시설간 연계를 강화하여 홍수량을 유역 전체에 분산하여 홍수를 예방하는 데 목적이 있다. 즉, 홍수량할당제도는 유역내 홍수방어를 위해 홍수량을 유역 전체에 어떻게 분산시킬 것인가가 매우 중요한 문제이다. 따라서 홍수량 할당제도를 통해 효율적으로 홍수를 방어하기 위해서는 홍수량의 할당에 관하여 유역내 지역들의 협력을 이끌어낼 수 있어야 한다. 이를 위해서는 유역내 모든 지역이 동의할 수 있는 홍수량 할당의 원칙과 그에 따른 비용의 분담은 매우 중요한 문제이다.

<그림 2> 지역별 홍수량 부담의 비용과 편익



유역내 홍수량을 할당하는 데 있어서 홍수 예방활동의 특성과 유역내 지역간 차이를 고려할 필요가 있다. 유역내 지역별 홍수량 할당과 같이 홍수예방 활동은 경제학적으로 외부경제효과(externality)와 무임승차(free rider) 문제가 발생하게 된다. 외부경제효과와 무임승차 문제는 지역간 분쟁의 원인이기도 하다. 유역내 집중호우가 발생할 경우 상류지역에서 하류지역으로의 홍수량의 방류는 하류의 홍수발행 가능성을 증가시키게 되어 하류에 외부비경제 효과를 발생시키게 된다. 반대로 상류지역에서 홍수량을 많이 부담하여 적은 양의 홍수량을 하류에 흘려보낼 경우 비용은 상류지역에서 발생하지만 그 혜택을 누리는 것은 하류지역이다. 또는 하류지역에서 상류의 홍수량을 부담할 수 있도록 홍수터를 보유하고 있을 경우 상류의 부담은 줄어들게 된다.

이러한 특성은 <그림 2>로 표현될 수 있다. 유역내에서 한 지역에서의 홍수량 부담의 비용과 편익을 보면 그 비용은 홍수량을 부담하는 지역에서 크게 발생하지만 그 편익은 유역 전체의 홍수발생 가능성을 낮추게 되므로 그 편익은 유역 전체에 미치게 된다. 그림에서 한 지역에서의 홍수량 부담의 편익은 전체적 편익(GB)과 국지적 편익(LB)이 같지만 그 비용은 홍수량을 부담하는 지역

의 비용(LC1)은 부담하지 않는 지역의 비용(LC2)보다 훨씬 크게 된다. 이러한 특성 때문에 유역내 각 지역은 홍수량을 부담하려고 하지 않고 무임승차하려는 문제가 발생하게 된다. 그러므로 유역내 지역간 분쟁을 발생시키지 않기 위해서는 외부경제효과와 무임승차의 문제를 해결할 수 있는 홍수량 할당원칙을 세울 필요가 있다.

다음으로 고려해야 할 문제는 유역내 지역간 차이가 존재하는 것이다. 홍수량 할당제는 여러 지역, 특히 여러 지방자치단체로 구성된 유역단위로 시행되게 된다. 유역내의 각 지방자치단체는 인구, 면적, 경제력 등 경제적·사회적 요인들이 서로 다르다. 이러한 경제적·사회적 요인들은 홍수량 방어의 비용 차이를 발생하게 된다. 또한 각 지역은 다른 지리적 여건을 가지고 있어 홍수량의 방어 능력에 차이가 있다. 할당된 홍수량을 처리하기 위한 천변저류지와 같은 홍수방어시설의 설치에 유역의 유출 및 홍수 특성 등 지리적 여건에 따라 최적 위치 및 규모를 선정해야 할 것이다. 일반적으로 상류부에는 소규모 저류지를, 중류부에는 비교적 규모가 큰 저류지를 설치하는 것이 효율적인 것으로 나타났다.<sup>3)</sup>

## 2. 홍수량의 지역별 할당

### 1) 홍수량 할당시 고려요인

유역내 지역별 홍수량을 할당할 경우 기본적으로 다음과 같은 사항을 고려해야 한다. 첫째로, 위에서 살펴본 바와 같이 홍수량 방어는 지역간 외부경제효과를 발생시키게 된다. 외부경제효과는 상류에서 하류로의 방류로 인해 발생하는 경우와 또는 상류에서 홍수량 방어시설의 확충으로 하류의 홍수발생 가능성을 낮추는 경우에 따라 다르게 발생할 수 있다. 홍수방어시설은 지역마다 기피하는 행위로 상류의 방류로 인해 하류의 홍수발생 가능성을 높여 문제가 발생할 가능성이 높다. 따라서 상류의 방류로 인해 하류의 홍수 가능성을 가중시키는 경

---

3) 김지태 (2004)를 참조하시오.

우의 외부비경제를 내부화하기 위해서는 원인자부담원칙을 고려하는 것이 바람직하다고 판단된다. 반면에 상류의 홍수방어시설의 확충으로 하류의 홍수발생 가능성이 낮아지는 것은 수혜자부담원칙을 고려하는 것이 바람직하다. 따라서 홍수량 방어활동의 외부경제효과를 내부화하는 방향으로 할당원칙을 고려해야 한다.

둘째, 유역내 지역간 사회적·경제적 특성을 고려하여야 한다. 지역간 사회적·경제적 특성은 홍수량 방어활동의 비용 규모에 영향을 미치게 된다. 특히 지역의 지대(rent)는 천변저류지와 같은 홍수량 방어시설을 설치하는 데 있어 큰 영향을 미치게 된다.

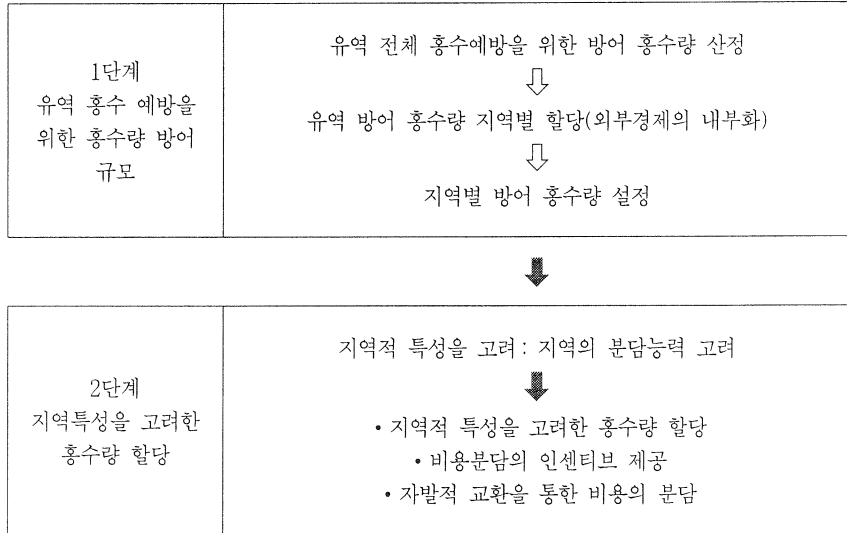
셋째, 유역내 지역별 지리적 특성을 고려하여야 한다. 유역내 지역은 지리적으로 서로 다른 특성을 가지고 있다. 천변저류지와 같은 홍수방어시설을 설치하기 위해서는 지리적인 여건이 고려되어야 한다. 이와 같이 지리적 특성을 고려하여 홍수량 할당을 고려할 때는 지리적으로 능력자부담원칙을 고려해 볼 필요가 있다. 즉, 지역별로 지리적 여건을 고려하여 방어할 수 있는 홍수량에 대해 할당을 할 필요가 있다.

## 2) 홍수량 할당의 절차

유역내 홍수량 할당은 유역내 지역간 분쟁을 발생시키지 않고 유역 전체의 홍수를 방어할 수 있도록 지역별 방어해야 할 홍수량을 할당하는 것은 매우 중요하다. 그러므로 유역내 할당은 다음의 두 단계를 통해 이루어져야 할 필요가 있다(<그림 3> 참조).

먼저 첫 번째 단계는 유역 홍수방어를 위해 필요한 홍수량의 규모를 추정할 필요가 있다. 이 단계에서는 유역내 지역을 고려하지 않고 먼저 유역 전체 측면에서 방어해야 할 홍수량을 추정하는 것이다. 다음에는 방어해야 할 홍수량을 지역별로 할당하는 것이다. 여기서 지역별로 할당할 때는 지역의 경제적·사회적 그리고 지리적 특성을 고려하지 않고 단순히 다른 지역에 미치는 외부경제효과를 내부화하는 것을 기준으로 한다. 이렇게 외부경제의 내부화를 위한 홍수

〈그림 3〉 지역별 홍수량 할당 절차



량 할당은 지역간 분쟁을 최소화할 수 있다. 이는 환경문제에서 많이 사용되고 있는 원인자부담원칙에 근거하여 한 지역에서의 과도한 홍수량 방류로 타지역에 발생하는 홍수위험에 대해 원인자가 부담하게 하는 것을 의미한다. 이 단계에서는 유역에서 분쟁과 홍수방어를 위한 필요한 조건만을 고려하여 홍수량을 할당하는 것이라고 할 수 있다.

다음 두 번째 단계는 첫 번째 단계에서 설정된 지역별 홍수량 할당량을 지역적 특성을 고려하고 지역간 거래를 통해 지역별 책임져야 할 홍수량을 결정하는 단계이다. 지역별 책임져야 할 홍수량을 할당하는 것은 사회적·경제적 특성과 지리적 특성을 고려하여 결정하게 된다. 또한 각 지역간 사회적·경제적 차이로 홍수량을 할당하는 것은 비효율성이 발생할 수 있다. 따라서 첫 번째 단계에서 설정된 지역간 홍수량 할당에 따라 다양한 인센티브를 제공하여 지역별 할당된 홍수량을 서로 거래할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 거래제도를 도입하게 되면 홍수량 방어시설을 설치함으로써 지불해야 할 기회비용이 높은 지역

과 낮은 지역은 서로 홍수량을 통해 거래가 이루어지게 함으로써 효율성을 높일 수 있다. 또한 지역별 홍수량 할당에 대해 동의하고 협력을 유도하기 위해 다양한 인센티브제도를 도입할 필요가 있다. 따라서 본 단계에서 홍수량 할당에 따른 지역별 인센티브제도도 개발되어야 할 것이다.

### 3. 홍수량 할당제도와 비용분담

#### 1) 중앙정부와 지방자치단체 간의 재정 분담

유역내 천변저류지와 홍수터 같은 홍수방어시설을 설치하기 위해서는 토지매입, 주민 이주 등 직접적인 비용이 발생할 뿐만 아니라 지역의 토지 이용규제로 인한 개발제한으로 발생하는 간접적 비용이 발생하게 된다. 따라서 이러한 비용에 대해 중앙정부와 지방자치단체들이 어떻게 부담을 할 것인지에 대한 원칙을 세울 필요가 있다.

홍수방어시설과 같은 환경이기주의 사업은 개발이기주의 사업의 경우와는 다른 인센티브를 가지고 있다. 개발이기주의 사업의 경우에는 최소한 영(零)의 수익으로 손해를 보지는 않지만 환경이기주의 사업의 경우는 잘해야 영(零)의 수익을 달성할 수 있으므로 각 지역은 개발이기주의 사업에 비하여 환경이기주의 사업에서 더욱 민감하다. 따라서 지역주의 갈등을 유발하는 기피사업의 하나인 홍수터와 천변저류지 등 홍수량 방어 시설의 설치를 추진하기 위해서는 지역간 편익과 비용을 나누어 갖는 ‘분담 룰’(sharing rule)을 고안할 필요가 있다. 이를 위해서는 홍수량 방어시설의 비용과 편익의 특성을 고려하여 결정해야 한다. 즉, 홍수방어시설 설치의 권리가 누구에게 있는지, 그 편익과 비용은 누구에게 미치게 되는지를 고려하여야 할 것이다.

홍수방어시설은 지방자치단체의 입장에서는 경제적 편익보다 비용이 더 큰 시설이고 시설의 경제적 외부효과가 지역에 따라 비대칭적으로 발생한다. 공공사업의 경우 사업의 권리가 국가에 있는 경우 지방자치단체 또는 주민들이 자

신의 진정한 선호를 감춤으로써 자기지역의 부담은 적게 하고 다른 지역의 부담으로 건설되는 공공재에 무임승차하려는 성향이 있다. 홍수방어시설 설치에 방사능 폐기물처리장과 같이 시설의 설치로 인한 혜택은 유역 전체에 광범위하게 미치는 반면 이를 위한 비용은 설치지역에 한정되기 때문에 지방자치단체간의 기피경쟁이 발생하게 된다.<sup>4)</sup>

사업의 기피를 위한 지역간 갈등이 발생하게 되면 사업 추진의 비용과 지역간 편익 및 비용의 거래비용이 증가한다. 즉, 홍수방어시설과 같이 사회적 편익과 비용이 발생하는 지역 및 주민의 규모가 절대적으로 큰 사업은 국가가 일일이 광역지자체 및 주민들을 상대하여 동의를 받아내려면 엄청난 거래비용이 발생할 위험이 있으므로 이 경우는 이해집단간 상호거래보다는 국가적 차원의 보상으로 사업을 추진하는 것이 효율적이다.<sup>5)</sup>

그러나 홍수방어를 위한 비용의 전부를 국가가 부담하는 것은 바람직하지 않다. 왜냐하면 홍수방어시설은 설치지역과 비설치지역 간의 혜택과 비용이 비대칭적으로 발생하게 되기 때문에 지역간 차이를 두는 것이 필요하다. 따라서 국가적 차원의 부담 원칙을 제시하되 재정적 부담의 일부를 비사업지역이 분담하도록 제도를 마련하는 것이 바람직하다. 따라서 천변저류지 등 홍수방어시설의 편익은 유역 전체에 미치게 되므로 그 설치비용은 국가가 부담하는 것이 바람직하다. 반면 천변저류지 설치에 따라 발생하는 기회비용 등은 지역적으로 발생하므로 설치지역과 비설치지역 간에 혜택과 비용이 비대칭적으로 발생하므로 사업비용의 일부를 비설치지역에서 부담하는 것이 좋다. 또는 지역간 비용과 편익의 거래를 통해 양측의 효용을 모두 증가시킬 수 있다. 이것은 어떤 한 정부가 독단적으로 권리를 갖고 사업을 추진하는 경우에 비하여 버티기 효과, 무임

4) 김재형 (1997)을 참조하십시오.

5) 김재형 (1997)을 참조하십시오. 그러나 사업의 편익 및 비용이 비교적 국지적으로 발생하는 경우는 지역의 이해집단간의 자발적인 협상 및 거래에 의해서 문제가 해결되도록 내버려두는 것이 오히려 효율적이다. 영국의 경우 홍수방어시설투자의 70%를 중앙정부가 나머지 30%를 지방자치단체 및 관련단체가 부담하고 있다. National Audit Office (2001).



승차효과 등을 방지할 수 있으므로 거래비용을 줄일 수 있으며 주인-대리인의 문제도 극소화할 수 있을 것이다.<sup>6)</sup>

## 2) 지방자치단체와 지방자치단체 간의 비용 분담

홍수방어시설의 설치와 같이 홍수에방활동은 공공재의 특성을 가지고 있어 비용과 편익을 구분하기가 매우 어려워 원인자부담원칙 또는 수혜자부담원칙과 같은 논리보다는 공동부담원칙이 합리적 기준이라고 할 수 있다. 따라서 유역내 홍수량 방어를 위해 발생하는 비용을 어느 지방자치단체가 부담할 것인가보다 어느 지방자치단체가 얼마를 부담할 것인가의 부담비율을 결정하는 것이 필요하다. 특히 지방하천의 홍수방어 활동은 무임승차문제가 발생할 수 있는 특성을 가지고 있어 이를 없앨 수 있도록 재정능력대비 하천치수투자비율을 분담기준으로 고려할 수 있다.<sup>7)</sup>

## 4. 홍수량 할당제도 도입시 문제점

홍수량 할당제도는 홍수관리를 효율적으로 이룩할 수 있는 제도이나 몇 가지 문제점이 예상된다.

첫째, 홍수량 방어를 위해서 천변 저류지나 홍수터 등을 확충해야 되므로 토지 매입 등의 높은 비용을 지불해야만 한다. 높은 토지비용은 중앙정부 또는 지방정부의 재정지출을 증가시켜 정부의 부담이 높아지게 된다. 특히 대부분 지방정부의 경우 재정자립도가 낮은 상황에서 재정지출이 높을 경우 홍수량 할당제 도입에 반대할 가능성이 매우 높다. 따라서 홍수량 할당제를 도입하기 위한 비용분담 방안을 마련하는 것은 제도 도입의 성공 조건이라고 할 수 있다.

---

6) 김재형 (1997, p. 107). 버티기 효과란 사업추진의 권리가 지자체 혹은 주민에게 있는 경우 지자체나 주민들이 사업추진에 동의할 때 받을 수 있는 보상가격을 최대한 높이기 위하여 진정한 신호를 숨기고 끝까지 버티려는 경향을 말한다.

7) 김종원 외 (2005)를 참조하십시오.

둘째, 홍수량 할당으로 토지 활용의 비효율을 발생시킬 수 있다. 홍수량 할당 제도는 천변저류지와 홍수터 등 토지 활용에 대한 규제를 통해 이루어질 것이다. 이러한 규제는 토지활용의 비효율이 발생할 수 있다. 홍수의 발생은 확률적으로 발생하지만 토지의 활용을 제약하는 것은 홍수가 발생하지 않았을 때에도 토지를 활용할 수 없게 되기 때문이다. 따라서 홍수가 발생하더라도 피해가 크지 않으며 홍수가 발생하지 않을 경우의 토지활용 방안에 대한 연구가 필요하다. 또한 홍수발생시의 위험을 부보하여 피해를 최소화시킬 수 있는 홍수보험제도 등을 개발할 필요가 있다.

셋째, 홍수량 할당을 위해서는 유역내 홍수량 규모를 정확하게 측정할 필요가 있다. 홍수량 규모 추정 오차가 클 경우 홍수량 할당제도는 유명무실하게 될 수 있다. 홍수량의 과대추정의 경우 홍수위험을 방어할 수 있지만 그 비용이 너무 크게 되고 과소추정의 경우 홍수할당제의 효과가 없게 된다. 따라서 합리적인 홍수량 측정을 위한 과학적 분석방법의 개발이 필요하다.

넷째, 홍수량 할당을 결정하는 데 있어 지역별 홍수량이 고려되어 홍수량이 많은 지역에 더 많은 홍수량 할당을 하게 되면 역선택이 발생할 수 있다. 홍수량 할당제는 비구조물적 방법으로 홍수를 관리하는 것이 목적이지만 각 지역은 홍수량을 적게 할당 받기 위해 미리 제방을 높이는 데 투자를 할 수 있다. 이러한 경우 오히려 홍수량 할당제 도입으로 구조물에 대한 투자가 증가될 수 있다.

다섯째, 홍수량 방어를 하는데 있어 지역별 효율성이 다를 수 있다. 홍수량을 방어할 수 있는 천변저류지 등의 시설은 지역의 지형적 특성과 매우 밀접한 관련을 가지고 있다. 그런데 지역적 형평성을 고려해 홍수량 방어를 위한 지역별 효율성을 고려하지 않고 결정될 경우 홍수량 할당제가 홍수방어에 있어 비효율적으로 운영될 수 있다. 따라서 홍수량 방어를 위한 지역별 효율성을 고려해야 할 것이다. 하지만 이러한 효율성의 고려는 제도적으로는 달성되기 쉽지 않다. 따라서 홍수량 거래제도와 같은 홍수량 할당제를 보완할 수 있는 제도의 개발이 필요하다. 위에서 살펴본 바와 같이 홍수량 거래제도의 도입은 유역 전체입

장에서 최적의 홍수량방어 활동을 달성할 수 있다. 홍수량 할당제와 홍수량 거래제도의 혼합정책은 효율적 홍수량방어의 대안이 될 것으로 예상된다.

## IV. 결 론

본 연구는 홍수량 할당제도의 도입방안에 대해 연구하였다. 홍수량 할당제는 하천별로 제방이 방어할 홍수량을 미리 할당하여 제방의 부담을 완화하고 초과 부분은 저류지 조성, 방재형 도시계획 등을 통해 유역내에서 해소하여 하천 하류의 홍수방어에 부담을 덜어주는 것을 말한다. 본 연구는 홍수량 할당제도의 도입 필요성, 유역내 지역간 홍수량 할당 방법과 홍수량 할당제도 도입에 따른 기존 관련 법제도의 변화 필요성에 대해서 살펴보았다.

본 연구는 유역내 효율적 홍수방어를 위해서는 홍수량 할당제가 도입될 필요가 있다고 분석하였다. 물은 상류에서 하류로 흐르게 되고 홍수의 방어를 위해서는 상·하천의 협력이 있어야 효율적으로 이루어질 수 있다. 특히 상·하류간의 홍수방어를 위한 협력이 이루어지지 않을 경우 상류지역에서 홍수량을 흘러보낼 경우 도시화되어 인구가 집중되어 있는 하류지역의 홍수위험이 증가되는 것으로 분석되었다. 따라서 홍수량 할당제를 통해 상류지역의 홍수량이 하류지역의 홍수위험에 부정적 영향을 미치지 않도록 상류지역의 홍수량은 상류지역에서 부담하도록 하는 것이 필요하다.

‘홍수량 할당제가 도입되면 지역별 홍수량을 어떻게 할당할 것인가? 그리고 그 비용은 누가 부담할 것인가?’의 문제에 직면하게 된다. 따라서 본 연구는 홍수량 할당제도를 효율적으로 운영하기 위해서는 유역내 외부비경제효과를 없애고 지역간 사회·경제적 특성을 고려하여 지역별 홍수량 할당량을 결정할 필요가 있다고 제안한다. 즉, 홍수량의 할당은 다음의 두 단계를 통해 이루어져야 한다. 먼저 홍수량 할당제는 유역 전체의 홍수위험을 방어하기 위한 것이므로

지역별 특성을 고려하지 않고 유역에서 방어해야 할 총홍수량을 설정한다. 그리고 두 번째 단계에서는 첫 번째 단계에서 결정된 홍수량을 지역별 사회·경제적 그리고 지형적 특성을 고려하여 할당을 결정한다. 지역별 할당은 지역간 협의를 통해 최종 결정할 것을 제안한다. 특히 유역내 지역간 협력을 도모하기 위해서는 홍수량을 많이 방어하는 지역에 대한 보상이 이루어져야 하는데 이를 위해 홍수량 거래제도를 도입할 필요가 있다. 홍수량 거래제도는 지역간 할당받은 홍수량을 지역간 사고파는 제도로 많은 홍수량을 방어하는 지역이 홍수량을 적게 방어하는 지역으로부터 보상을 받는 것을 의미한다. 따라서 홍수량 거래제도는 홍수량 방어에 대한 인센티브가 되어 지역별로 홍수량의 부담이 최적으로 배분될 것으로 분석된다.

하지만 본 연구는 홍수량 할당제도 도입의 필요성을 이론적 접근을 통해서만 접근했다는 한계를 가지고 있다. 따라서 본 연구의 모형을 기초로 한 시뮬레이션 분석 모형을 개발하는 연구가 앞으로 진행되어야 할 것이다. 또한 구체적인 시뮬레이션 분석은 보다 실용적인 연구결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

### ◎ 참 고 문 헌 ◎

1. 건설교통부 수자원국, 치수사업개선방안, 2004. 8.
2. 건설교통부, 물관리기본법(안) 입법예고 보도자료, 2006.
3. 김광묵 외, 도시하천의 치수대책 및 관리방안 연구, 국토개발연구원, 1991, p. 35.
4. 김재형, 지역이기주의 갈등에 대한 경제적 접근, KDI 정책포럼, 제124호, 1997, p. 3.
5. 김종원 외, 유역통합관리를 위한 재원확보 방안연구, 국토연구원, 2005, p. 92.
6. 김지태, 유역분담 저류지 확보 및 관리기술개발(1), 국립방재연구소, 2004, 12.
7. 대통령자문 지속가능발전위원회, 지속가능한 물관리정책, 제167회 국정과제회의 본 보고서, 2005. 10. 19.
8. 심우배, 도시홍수관리의 한계와 법·제도 개선방향, 도시홍수관리 제도개선을 위한

- 세미나 발표자료, 수자원학회, 2005.
9. 윤석영, 재해대책 강화방안 연구 보고서, 건설교통부, 2003.
  10. 이기영, 효율적인 하천 유지 관리 방안, 경기개발연구원, 2005.
  11. 정희성, 지역간 환경분쟁의 합리적인 해소방안, 한국환경정책·평가연구원, 1997.
  - 12.
  12. Mattew Hickman, John Ash, Teresa Fenn, Sustainable Flood Defence : The Case for Washlands, English Nature Research Reports, 2001.
  13. National Audit Office, Inland Flood Defence, Lodon, UK, 2 March 2001, p. 14.
  14. Pierre Crosson, Kenneth Frederick, Impacts of Federal Policies and Programs on Wetlands, Discussion Paper, 1999.
  15. Roy Brouwer, Remco van Ek, Integrated Ecological, Economics and Social Impact Assessment of Alternative Flood Control Policies in the Netherlands, Ecological Economics, 2004.
  16. Zhai, Fukuzono and Ikeda, An Empirical Model of Efficiency Anaysis on Flood Prevention Investment in Japan, The Applied Regional Science Conference(ARSC) Vol. 15, No. 3, 2003.

---

## 홍수량 할당과 거래제도에 관한 연구

---

김동엽 · 최영준

본 연구는 효율적인 치수정책으로 홍수량 할당제도를 분석하였다. 현재 상·하류지역의 구조물적이고 비협조적인 홍수방어 체제는 유역 최적의 홍수방어 규모를 달성하지 못한다. 그러나 홍수량 할당제도와 거래제도의 도입은 효율적인 홍수방어규모를 달성하는 것으로 분석되었다. 지역별 홍수량 할당은 유역 전체의 홍수방어뿐만 아니라 지역별 사회·경제적 특성뿐만 아니라 지형적 특성을 고려하여 결정되어야 한다. 특히 효율적인 홍수방어를 위해서 홍수량 거래제도를 적극 도입할 필요가 있다.

주제어: 홍수방어, 홍수량 할당, 홍수량 거래제도

---

## A Study on the Flood Quota and Trading System

---

Dong Yeub Kim and Young Jun Choi

This paper studies the introduction of flood quota system for efficient flood prevention. In the present system where local governments decide its flood prevention independently, the optimal flood prevention in a river basin can not be achieved. Thus, the flood quota system is necessary. In deciding the flood quota for each local government in a river basin, its social and economic characteristics as well as geographical feature of the area should be considered. In order to promote the cooperation among local governments in a river basin, the flood quota is necessary to be accompanied with the trading system of the quota.

Key words : Flood Prevention, Flood Quota,  
Trading System of Flood Quota