



인도의 보호관개(Protective irrigation)

최 예 환
(강원대학교 농과대학 교수)

1. 서 언

인도는 전체 농산물의 2/3를 관개지역에서 생산하며, 1947년 영국에서 해방된 이후 수백만 ha가 신규로 관개지구가 되었다. 그러나 지난 20년간 여러 관개지구들은 만족한 결과를 나타내지 못하였고 이에 따라 신규사업보다 기존관개지구의 관리에 더 큰 관심을 두어야 하게 되었다.

그동안 농업문제에 관한 많은 서적이 발행되었지만 “용수의 공급과 수요간의 관계, 그리고 관개 효과에 대한 영향”에 대해서는 별로 검토되고 분석된 것이 없다. 근래에 Berkoff, Jurriëns, Landstra, Mollinga 등이 이에 대해 연구한 일이 있을 뿐이다.

인도의 대형 수로조직에서의 관개방식이 보호관개이기 때문에 용수의 공급과 수요간의 관계는 대단히 중요하다. 외국에서는 작물의 용수량을 모두 공급하거나 강수로 공급된 후 부족분을 공급하지만, 인도의 대형 관개조직의 대부분의 경우에 있어서는 강이나 저수지에서 구할 수 있는 가용수량을 전체 관개면적에 고르게 나누어 주는 것을 원칙으로 하고 있다. 될수록 많은 농민들이 용수 부족으로 농사 재해를 당하지 않도록 하자는 것이다. 즉, 농민이 받을수 있는 물은 작물생산을 망치지 않을 정도의 양에 불과하고 풍작을 이룰 정도로 공급 받지는 못한다.

인도는 42백만ha정도의 관개면적으로 세계에서 중국과 함께 1, 2위를 다투는 나라인데 특히, 반 사막 지역으로 한해를 자주 받는 지역의 대규모 수리사업지구에서 약 10백만ha가 보호관개 시행 대상면적이다. 인도뿐만 아니고 파키스탄, 기타 용수부족 국가에서 더 보호관개의 원리가 적용되고 있다.

2. 보호관개의 정의

보호관개의 원리는 19세기 중엽부터 인도에서 사용되었다. 영국 식민지 시절 재해가 많이 있었기 때문에 한정된 양의 물을 사용하여 더 많은 농민이 농사를 지을수 있도록 하는데 의미가 있었다. 재해로부터 농민을 보호하고 정치적, 사회적 안정을 도모하는 것이 목적이었으며, 보호관개란 용어는 사용되지 않았다. 그 대신 이런 관개지역을 보호지역이라고 불렀다. 어느 지구의 일부분에만 용수가 공급되어도 전체를 보호지역으로 불렀기 때문에 보호지역이 곧 관개지역은 아니었다.

19세기 후기에 보호관개에 두번째의 의미가 부여되었다. 1879년에 관개수로에 대한 투자 결정을 위해 “생산성 시험”이란 말이 도입되었다. 신규 투자사업의 인가 기준으로 투자수익을 개념을 사용하기 시작하였는데 일정 투자수익을 이상의 채택된 사업지구는 “생산적 관개지구”, 투자수익율이 낮지만 재해구호대

책 측면에서 인가하여 시행하는 사업지구는 “보호관개지구”라고 하였다. 보호관개의 개념은 1964년에 투자기준으로 B/C ratio가 도입될 때까지 사용되었고 그 후에는 사업지구를 의미하는 것으로 더 이상 사용되지 않았다.

현재는 세번째 의미로서 특별한 기술적, 조직적, 사회경제적 특성을 가진 인도대륙의 한해 우심지역에서의 특수 대규모 관개를 뜻한다.

기술적 의미에서 보호관개는 물을 지표면에 넓게 퍼는 것이다. 농민들은 용수 수요가 낮은 작물을 재배해야하고 물은 공급가능량을 기초로하여 분배된다. 작물의 용수수요에 맞추어 물을 공급하는 수요자 위주가 아니고 공급 가능용수를 기준으로 하여 공급하는 공급자 위주 관개 방식이다.

물관리 조직의 관점에서 보호관개는 한정된 양의 물을 많은 농민에게 분배하는 것을 의미한다. 이를 위해서는 농민들이 자기의 필요수량보다 작은 양의 물을 받고 다른 농민에게도 물을 주도록 하는 조직적 물관리가 필요하다.

사회경제적 의미에서 보호관개는 단위 토지면적 대신 단위 수량(水量)에서 최대의 수익을 얻는 것이고, 그리하여 전체 사회적 이익을 극대화하는 것이다. 국가경제적 견지에서는 보호관개가 한정된 수자원으로 고용을 늘리고 수익을 여러사람에게 나누어 주기 때문에 의미가 크다.

세번째 의미의 보호관개는 두번째의 의미처럼 돈에 기초를 둔 것이 아니고 물에 기초를 두고 있다. 다음 부터는 세번째 의미의 보호관개에 대해서만 설명한다.

3. 보호관개지구의 설계 개념(Duty와 관개율)

보호관개의 목적은 가용 단위 수량에 대한 생산량을 최적화 하는 것이다. Duty는 단위 수량 즉 $1\text{ft}^3/\text{s}$ 또는 $1\ell/\text{s}$ 로 관개하는 면적

을 의미한다. 인도에서 보통 사용되는 Duty는 $200\text{에이커}/(\text{ft}^3/\text{s})$, 즉 $0.3\text{ha}/(\ell/\text{s})$ 이다. 세번째 의미의 Duty가 정해지면 어느 면적을 가진 농민이 1년간 받을 수 있는 물의 양이 결정된다.

관개율(Irrigation intensity)은 1년중 관개되는 면적의 전체 면적에 대한 백분율이다. 200%의 관개율은 전체 면적을 2모작으로 관개하여 재배하는 것이고, 30%는 전체면적의 30%에서 1년에 1회 관개하여 재배하는 것이다.

Duty의 의미는 설계개념에 차이가 있어 혼란이 생긴다. 한 설계방법은 전체 대상면적의 Duty와 관개율을 주고 작물을 지정하지는 않는 것이다. 물은 Duty를 기준으로 공급되며, 면적에 비례해서 전 지역에 균등하게 분배되는 것으로 한다. 농민들은 분배된 물을 가지고 관개면적, 관개작물등을 결정하여 농사를 짓는다. 용수량이 큰 작물은 재배면적을 줄여야 하고, 용수량이 작은 작물을 재배할 경우는 재배면적을 늘릴수 있다. 또 관개수량을 작물이 필요로 하는 것보다 줄여서 사용함으로써 재배면적을 늘릴 수도 있다.

이런 방법은 북인도지방의 대부분의 관개지구에서 사용되고 있다. 예로 설계 관개율이 50%이고, Duty가 $280\text{에이커}/(\text{ft}^3/\text{s})$ 이면, 실제 관개면적은 전체 관개대상 면적의 반으로 줄고 Duty도 $140\text{에이커}/(\text{ft}^3/\text{s})$ 로 된다. 실제로 여기서 Duty는 일정수량에 의해 관개되는 면적을 의미하지 않고, 관개대상면적을 위한 수량을 뜻한다.

다른 설계방법으로 남쪽지방에서는 쓰이는 것은 작물을 지정하고 식부면적과 식부작물에 대한 Duty를 정한다. 설계관개율은 Kharif(우기)와 Rabi(건기) 두 계절에 전체로 100%인데 이는 관개대상면적의 모든 토지가 우기든 건기든 한번은 관개농업을 할 수 있게 하기 위한 것이다. 용수관리자는 농민이 어떤 작물을 언제 어느 장소에 재배할 것인지 지정

한다. 이 방법은 작물을 지정해주고 그에 따라 다른 Duty를 준다.

4. Duty와 관개율의 실예

북쪽의 Bhakra지구의 예를 보면 계획 관개율이 62%이며, Kharif기가 23%, Rabi기가 34%, 기타가 5%인데 Duty는 2.4ft³/s당 1,000에이커이다. 이는 Rabi기에 2.4ft³/s당 340에이커로 142에이커/(ft³/s), 즉 0.5ha/(ℓ/s)에 해당한다.

남쪽의 한 지구에서는 Duty가 벼에 대해 50~60에이커/(ft³/s), 밭작물에는 100~160에이커/(ft³/s) 정도였다. 그러나 관개율과 Duty는 지구별로 달라지므로 어떤 표준값이 있는 것은 아니다.

인도에서 작물의 필요수량은 보통 ha당 0.5~1.2ℓ/s이다. 이는 4~8mm의 증발산량에 해당하며 만약 40%의 관개 효율을 가정하면 두수공에서의 필요 용수량은 ha당 1.2~3.0ℓ/s이 된다. 그러나 기설 사업지구의 Duty는 ha당 0.3~0.6ℓ/s이므로 필요 용수량에 비해 대단히 부족하다. 우기에도 강우가 믿을수 없고 한발도 자주 일어나므로 계획된 Duty만으로는 작물 수확량이 낮을 수 밖에 없다. 또 농민이 생산적 관개를 하려면 배당된 용수량보다 훨씬 많은 양의 물을 필요로 하고 아니면 재배면적을 대폭 줄여야 함을 알수 있다.

5. 관개용수 수요증가

영국의 지배하에 있을 때는 인구도 적고 생존을 위한 농업이었으며 관개시설이 없던 과거보다 생활 수준도 좋아졌기 때문에, 보호관개의 시행에 있어 문제가 별로 없었다. 북쪽 지방에서는 지거별로 순환급수하는 Warab-andi제도와 비례 배분하는 분수시설의 이용으로 물의 공평한 분배가 큰 무리없이 이루어질

수 있었다.

인도가 독립한 후 상황이 서서히 바뀌다가 1960년대부터 인구의 급격한 증가, 몬순기간 동안의 한해등이 겹치면서 식량 상황이 악화되었다. 따라서 식량증산의 욕구가 커지고 농민은 관개를 더하여 생산을 늘이려고 하였다. 이런 사회경제적 요인으로 신규 관개사업이 착수되고 관개에 대한 관심이 증대 되었으며 동시에 종자개량에 의한 다수확 품종의 도입으로 비료, 농약, 농산물 유통등에도 변화가 있었다. 그리고 이런 변화는 관개농업에 대한 관심과 용수수요를 증대시켰다.

현재는 농민들로부터 생산적 관개에 대한 요구가 커져서 보호관개의 당초 목적을 지켜나가기 어렵게 되었다. 수로 조식이 공급할 수 있는 수량보다 더 많은 용수를 농민들이 원하는데 문제가 생기고 있는 것이다.

관개 용수수요 증대를 일으키는 원인으로 는,

- 농민들이 1년중 1기작에만 관개하던 것을 2기작에도 관개를 하려한다.(북부에서는 Kharif시기에, 동부에서는 Rabi시기에 추가로 관개를 하려함)
- 농민들이 관개하도록 배정된 면적보다 더 많은 면적 즉 전체 경지면적에 관개하려 한다.
- 다수확 품종의 도입과 생산적 관개를 더 많이 하려 하기 때문에 용수수요가 커진다.
- 종래의 밀 농사 대신 용수가 많이 필요한 쌀농사 면적이 증가되었다.

수로는 이미 설치되어 총수량에 한계가 있는데 하류지역에서 경지면적이 증가하는 것도 문제이다. Hemavathi지구의 경우 하류지역에서 경지면적이 4~5배로 증가 하였는데 이런 경우는 한정된 물을 나누어 써야 하기 때문에 단위 수량으로 관개하는 면적 즉 Duty를 증가시키지 않으면 안된다.

표-1. 보호관개방법과 생산적 관개방법의 주요 차이

항목	보호관개	생산적관개
기	관개율	낮음
	Duty	높음 (작은공급량 기준)
술	계절	1개
	작물	낮은 용수 수요
직	조절	공급기준
	최적화대상	단위용량의 물
관	물	부족하게 계획
	수로공급량	일정한 통수량
리	작부체계	지정/조절
	이익	분산
사	목적	빈곤타파
	노동	가족
경제적	목표	생존
		시장 판매

6. 실제 용수이용과 관개율

어떤 농민이 보호관개의 원칙에서 벗어나 더 많은 물을 사용하면 다른 농민이 용수를 잃게 되고 특히 수로의 하류지역에서 이런 피해가 크게 된다. 따라서 농민과 용수관리자 사이에는 갈등이 생기게 된다.

실제적으로 Tungabhadra Left Bank 수로가 지배하는 관개지역에서 조사 한 바,

- 작물의 필요수량은 Duty에 의해 공급되는 수량보다 훨씬 많았다.
- 실제 관개수량은 계획된 Duty보다 많고 거의 작물 필요수량에 가까웠다.
- 상류와 하류지역 사이에는 급수의 불균형이 있었다. 상류지역 농민이 더 많은 물을 사용하였기 때문이다.
- 결과적으로 관개율 즉 전체면적에 대한 관개면적의 비율은 계획보다 줄어들었는데, 상류지역은 관개율이 높고 하류지역은 줄었다.

따라서 이러한 보호관개의 계획과 실제 사이의 차이 때문에 분쟁이 생기고, 농민, 관리, 정치인등 모든 당사자들이 이 문제로 어려움

에 직면해 있다.

Bhakra 지구의 Haryana에서 측정 한 결과에 의하면,

- 5개 지거에서 측정 한 평균 Relative water supply(작물필요수량에 대한 실제 공급 수량의 비)는 강우기에서 상류지역에서 0.72, 하류지역에서 0.58이었고, 건조기에는 상류지역에서 0.65, 하류지역에서 0.50이었다.
- 따라서 지거간의 Interquartile ratio(불균등 급수를 나타내는 지수)는 1.5~2.5의 범위에 있고 평균적으로 상류는 하류 말단 부에 비해 약 2배 정도로 물을 많이 사용하고 있었다.

북서부지방에서는 지하수가 개발되면서 보충급수가 가능하게 되었고, 또 지하수위가 높아져 작물의 필요용수를 지하수에서 직접 공급 받는 일이 가능하게 되었다. 이런 경우는 수로를 통한 관개용수가 작물 필요용수의 50%정도만 공급하게 되고 따라서 보호관개 보다는 생산적 관개로의 전환이 가능하게 된다.

7. 요약 및 결론

인도에서 다수확 품종의 도입, 2기작등 재배의 확장, 관개 욕구의 증대, 쌀 재배증가 등으로 종래의 보호관개 개념 즉 한정된 양의 물을 여러 농민에게 고르게 나누어 준다는 원칙은 어려움에 직면하였고, 이런 원칙으로 설계된 기존 대형 수로의 물리면적에서 물의 공평한 분배가 어렵게 되고 있다.

농민들은 물의 사용을 자제하는 보호관개 대신 최대 수확량을 위한 생산적 관개로 마음을 바꾸고 있어서 상·하류 관개지역간의 용수 분배의 불공평이 심화되고 있다. 북부지역에서는 Warabandi라고 하는 지거간의 윤회급수 제도가 정착 시행되어 용수분배에 큰 문제가

없다고 하지만 여기에도 만성적 용수부족 문제가 해결을 기다리고 있다.

지하수개발이나 새로운 용수공급시설을 해주는 것이 가장 확실한 해결방법이 될 것이다. 그렇지 않으면 문제가 계속 확대될 것이다.

농업에서 생산성을 높이려는 인도정부의 노력은 농민의 의식과 결합하여 용수의 공급과 분배면에서 더 많은 분쟁을 야기시키고 있다. 생산적 관개가 한정된 용수 밖에 없는 보호관개 지구에서 시행됨으로써 혼란이 가중되고, 하류지역에 근거를 둔 정치인들은 자기지역의 관개 용수개발에 총력을 경주하고 있다.

관개지구에서 보호 목적과 생산 목적의 충돌은 관개사업 효과를 높이는 것을 어렵게 하고 있다. 때로는 사업지구의 관리도 어렵게 한다. 그러나 새로운 용수공급원의 개발이 없는 한 당초 설계의 기준과 현재의 용수 수요요구량 사이의 큰 차이를 메울수 없어 적당한 해결책을 찾을 수 없다.

용수를 절감하는 방법으로는 수로의 라이닝, Warabandi의 확장적용, 쌀 재배의 제한, 농민의 교육등 여러 방안이 제시되지만 완전한 해결책은 되지 못한다. 비례분수공의 설치, 수로의 간단급수등도 거론되지만 그 효과를 신뢰할 수는 없다. 관개조직의 완전재배치와 용수의 추가 확보가 가장 확실한 방법이지만

실현성이 없다.

인도의 관개에 책임이 있는 사람들은 인도 관개의 장래 목표를 확실히 정해야 한다. 보호관개의 지속인지, 생산적 관개로의 전환인지, 아니면 중간에서 타협을 한 새로운 것인지 결정해야 한다. 어느 것을 택하든 가용수 자원을 고려하여 지역에 따라 두 계절에 대한 관개율과 관개지역에 대한 단위 용수공급량의 목표치를 정해야 한다.

생산적 관개를 시행키로 한 지구에서는 일부 경지를 관개구역에서 제외시켜야 한다. 대안으로는 년도별 윤환관개가 있는데 지구내를 절반 면적씩 나누어 교대로 한해 건너씩 생산적 관개를 하는 것이다. 1년은 충분히 용수를 공급 받고 다음해는 용수를 공급받지 않는 것이다. 이 경우 용수수요와 용수공급간의 관계를 분석하고, 전체지구의 생산성과 지역 및 국가경제, 농가소득, 관개에서 제외되는 지역, 법률제정 및 관리등 제반 문제를 확인하는 것이 중요하다.

인도의 보호관개에 관련된 사람들은 다음의 세가지 문제를 조직적으로 분석하는 것이 필요할 것이다.

- 관개사업지구의 실제적 성과
- 실제 작물필요수량
- 용수급수와 작물 수확량간의 관계