

나. 자본제약 및 생산물 가격위험 제약을 반영한 DEA 이윤효율성 모형

가격위험(σ_p^2)과 자본제약(M^s)이 존재하는 상황 하에서 농가 s의 기대이윤의 확실성등가(certainty equivalence)를 극대화하는 모형은 식 (1-13)과 같다. 이는 특정 농가가 생산물 가격에 대한 기대를 바탕으로 개개의 위험프리미엄($=0.5\rho^s\sigma_p^2q^s$)과 운영자본 제약 하에서 경영을 할 때의 경제적 효율성을 분석하는 모형이다. 식 (1-13)에서 $E(p^s)$ 는 s 농가가 생산하는 단일생산물의 기대가격, σ_p^2 는 생산물 가격의 분산(생산물 가격위험), ρ^s 는 s 농가의 위험회피계수, M^s 는 운영자본 제약을 의미한다.

$$\begin{aligned}
 & \underset{q^s, x_i^s, \lambda^k}{\text{maximize}} & E(\pi^s) &= E(p^s)q^s - \sum_{i=1}^I w_i^s x_i^s - \frac{1}{2}\rho^s\sigma_p^2q^s{}^2 & (1-13) \\
 & \text{subject to} & \sum_{k=1}^K \lambda^k q^k &\geq q^s & (\text{생산물 제약}) \\
 & & \sum_{k=1}^K \lambda^k x_i^k &\geq x_i^s & (\text{투입요소 제약}) \\
 & & \sum_{k=1}^K \lambda^k &= 1 & (\text{가변규모수의 제약}) \\
 & & \lambda^k &\geq 0, \forall k=1, \dots, K & (\text{비음 제약}) \\
 & & \sum_{i=1}^I w_i^s x_i^s &\leq M^s & (\text{자본제약})
 \end{aligned}$$

식 (1-13)는 다음 두 가지 가정을 통해 식 (1-14)로 변형할 수 있다. 첫째, 위험회피계수 ρ 를 제약식으로 설정하여 모형 내에서 결정되도록 하는 것으로 이는 위험의 정도가 이윤에 미치는 잠재가격(shadow price or marginal value)으로 간주하여 위험회피계수를 귀납적으로 추정하는 것이다(Prackel et al., 2000).

둘째, 특정 기간 동안 건물이나 토지, 대동물 등의 생산요소 투입은 고정되어 있는 경우가 많기 때문에 단기적인 경제효율성을 분석할 수밖에 없고, 이를 위해 투입요소에 대한 제약조건을 유동투입재(x_{iw})와 고정투입재(x_{if})로 분리함. 이 때 자본제약은 유동투입재에만 부과되고, 목적식은 유동투입비만을 고려한 단기적 이윤 극대화 모형이 된다.

식 (1-14)에서 x_{iw}^s 는 s 농가의 iw번째 유동투입재, x_{if}^s 는 if번째 고정투입재를 의미하고, IV 는 유동투입재의 개수로서 만약 유통투입재 노동과 기타유통투입재 2가지 일 경우 $IV=2$ 가 된다. M^s 는 s 농가의 최대 운영자본으로서 실증분석 시에는 농가 s가 실제로 투입한 운영자본, 즉 $M^s = \sum_{iw=1}^{IV} w_{iw}^s x_{iw,act}^s$ 을 적용한다(Fare et al., 1990). MR^s 는 농가 s의 최대허용위험으로서 실증 분석 시 실제로 직면한 위험 $MR^s = \sigma_p^2 q_{act}^s$ 을 적용한다(Preckel et al., 2000).