우리나라에서 雙對價格에 의한 減價償却의 測定에 관한 研究
—A Study on the Depreciation by Dual Price in Korea—

趙 振 衡*

Abstract

Jones[11], [12] developed a measurement method of the economic depreciation by infinite-horizen linear program model.

This paper models an economic depreciation schedule in constant price based on the infinite-horizen LP. And the appropriate application of the maintenance /operating cost, the discount rate, the taxation and the price fluctuation in the model was suggested.

I. 序

계속 사용되어온 有型固定資産(vintage asset)에 대한 價値決定(valuation)은 經濟的 意味의 減價償却(economic depreciation)이 가장 큰 부분으로 설명되어지고 있다. 이러한 經濟的 減價償却의 測定方法은 여러 方法이 있지만 우리나라에서는 基礎資料의 빈곤으로 測定이 거의 불가능하다. [2], [5]

美國에서도 需要獨占 및 技術革新에 의한 기술 진부화가 급속해서 中古市場의 형성이 어려운 통신장비에 대한 價値決定에서 고안된 Jones[11], [12]의 雙對價格에 의한 經濟的 減價償却의 測定方法은 基礎資料의 미비로 經濟的 減價償却의 올바른 測定이 거의 불가능한 우리나라에서 고려될 수 있는 方法이기도 하다.

따라서 本稿에서는 Jones[11]가 無限水平線型計劃法을 이용하여 經濟的 減價償却을 측정한 方法을[12] 고찰하고, 線型計劃模型의 각 係數의 決定에 있어 우리나라의 여건을 고려한 方法을 제안하고자 한다.

또한 經濟的 減價償却에 영향을 주는 要因으로 租稅에 대한 고찰을[12] 物價變動까지 확장시키고자 한다.

II. 經濟的 減價償却

經濟的 減價償却은 財務會計上의 減價償却[5], [12]과는 달리 축적된 固定資産이 時間의 경과에 따라 발생되는 價値의 下落分을 市場價로 나타낸 것이다. [10], [12], [13]

經濟的 減價償却은 價値決定(valuation)에 근거하고 會計學的 접근에서는 管理會計(managerial accounting)가 內的 經濟原理(endogenous economic rationale)에 기본을 두고 있으므로 이에 근거한다고 할 수 있다. [12]

經濟的 減價償却은

$$D_{it} = K_{it-1} - K_{it} \cdots\cdots (1)$$
$$= K_{i0} - K_{it} - \sum^{t} D_{it}$$

D_{it} : i資産의 t年의 減價償却[1]

K_{i0} : i資産의 0年의 再調達價(取得價)

K_{it-1} : i資産의 (t−1)年의 再調達價

K_{it} : i資産의 t年의 再調達價

와 같이 나타낼 수 있다.

式 (1)에 대해 t의 時間的 價値를 고려한 現價(present value)는,

* 金烏工大 産業工學科 敎授

접수일 1991. 7. 18.

1) t年은 資産의 耐用年數 경과선이라 가정한다.

$$D_{it}=\frac{K_{it-1}}{(1+r)}-K_{it} \quad \cdots\cdots (2)$$

$$=\frac{K_{i0}}{(1+r)^n}-K_{it}-\sum_{\tau=1}^{t-1}\frac{D_{i\tau}}{(1+r)^\tau}$$

이 된다. 여기서 r은 割引率(discount rate)이다.

割引率 r은 國家經濟에 있어 中央銀行으로 부터 預金銀行이 借入할 때 적용하는 利子率[2]로 부터 企業運用에 있어 基準이 되는 MARR(Minimum Acceptable Rate of Return)까지 그의 선택과 결정의 폭은 넓고 다양하다.

式 (2)를 다르게 나타낼 수도 있는데[2], [14], 그중 하나를 소개하면 다음과 같다. [14]

$$D^t_{t+1}=\sum_{\tau=1}^{n-1}\frac{CS_\tau}{(1+r)^\tau}-\sum_{\tau=1}^{n-t+1}\frac{CS_\tau}{(1+r)^\tau} \quad \cdots\cdots (3)$$

D^t_{t+1} : t年과 (t+1)年 사이의 減價償却

t : 資產의 使用年數

n : 耐用年數

r : 割引率

CS_τ : $\sum_{\tau=1}^{n}\frac{CS_\tau}{(1+r)^\tau}$이 資產의 取得價가 되게 正規化된 t年에서의 資本用役指數(index of capital service)

Ⅲ. 無限水平線型計劃法의 雙對價格과 減價償却

無限水平線型計劃法(infinite horizen linear program)은 時間과 같은 媒介變數(parameter)를 無限으로 확장에 따른 雙對性(duality) 不成立의 문제가 제거됨에 따라[8], 機械代替 및 設備擴張問題 등의 模型[9]에 많은 활용이 있어 왔다.

Jones[11]는 기존의 시간이산(time discrete) 無限水平線型計劃法의 雙對性 존재에 바탕을 둔 機械大替 및 設備擴張問題의 線型計劃法模型으로 減價償却推定方法을 고안했다.

그 模型은 다음과 같다.

P : 새 機械의 取得價

S_i : i년 경과한 租稅上의 殘存價 i=1, 2, …, n

m_i : i년 경과한 機械의 維持運營費 i=0, 1, 2, …, n

δ : 割引要素($\delta=\frac{1}{1+r}$, r : 할인율)

C_t : t년에 요구되는 최소의 總設備要求量

$\underset{((n+1)\times(2n+1))}{\mathbf{A}}=\left[\begin{array}{c|c|c} \mathbf{I} & \mathbf{I} & \mathbf{O} \\ \hline -\mathbf{e} & \mathbf{O} & -1 \end{array}\right]$ **I**는 (n×n)의 單位行列, $\tilde{\mathbf{e}}$는 行벡타로써 마지막列은 0과 그외는 1.

$\underset{((n+1)\times(2n+1))}{\mathbf{B}}=\left[\begin{array}{c|c|c} \mathbf{D} & \mathbf{O} & \mathbf{S} \\ \hline \mathbf{O} & \mathbf{O} & 0 \end{array}\right]$ **D**는 대각선의 값이 1인 대각선行列(n×n), **S**는 첫째行은 1이고 그외는 0인 列벡타.

$\underset{(n+1)}{\mathbf{b}_t}=\left[\begin{array}{c} \mathbf{O} \\ \hline -C_t \end{array}\right]$ (n+1)의 列벡타. t=1, 2, 3, …

$\underset{(2n+1)}{\mathbf{V}}=[-m_1, \cdots, -m_n \mid S_1, \cdots, S_n \mid -(p+m_0)]$

$\underset{(2n+1)}{\mathbf{X}_t}$: $x_t(i)$에서 i=1, …, n은 t년에서 i년 경과한 기계의 보유대수.
t=n+1, …, 2n은 t년에서 (i−n)년 경과한 기계의 처분대수.
i=2n+1은 t년에서 취득한 새 기계의 대수.

2) 우리나라에서는 再割引率이라 한다.

$\mathbf{b}_0$ $(n+1)$: 마지막 行이 0이고 1에서 n行은 비음수의 값이며 $C_1 \geq \sum_{i=1}^{n} b_0(i)$를 만족하는 列벡타.(初期分布 벡타로 볼 수 있음.)

이상의 係數와 變數에 대한 LP模型은,

$$\max \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} \mathbf{V}\mathbf{X}_t \quad \cdots\cdots (4)$$
$$\text{s.t. } \mathbf{A}\mathbf{X} \leq \mathbf{b}_0 + \mathbf{b}_1$$
$$\mathbf{A}\mathbf{X}_t \leq \mathbf{B}\mathbf{X}_{t-1} + \mathbf{b}_t, \quad t=2,\ 3,\ \cdots,$$
$$\mathbf{X}_t \geq 0, \quad t=1,\ 2,\ 3,\ \cdots$$

이 된다.

式 (4)의 雙對模型은

$$\min\ \mathbf{y}_1\mathbf{b}_0 + \sum_{t=1}^{\infty} \mathbf{y}_t\mathbf{b}_t \quad \cdots\cdots (5)$$
$$\text{s.t. } \mathbf{y}_t\mathbf{A} - \mathbf{y}_{t+1}\mathbf{B} \geq \delta^{t-1}\mathbf{V}, \quad t=1,\ 2,\ \cdots$$
$$\mathbf{y}_t \geq 0, \quad t=1,\ 2,\ 3,\ \cdots$$

가 된다.

여기서 雙對價格 $\{y_t\}_{t=1}^{\infty}$를 시간 t에 대해 독립(independent, stationary)인 값으로 變換시키기 위해 먼저 1期間에 대한 有限(finite)模型을 구축하면,

$$\max\ \mathbf{V}\mathbf{X} + \delta\bar{\mathbf{y}}\mathbf{B}\mathbf{X} \quad \cdots\cdots (6)$$
$$\text{s.t. } \mathbf{A}\mathbf{X} \leq \mathbf{b}$$
$$\mathbf{X} \geq 0$$

이 되고, 이의 雙對模型은

$$\min\ \mathbf{y}\mathbf{b} \quad \cdots\cdots (7)$$
$$\text{s.t. } \mathbf{y}\mathbf{A} \geq \mathbf{V} + \delta\bar{\mathbf{y}}\mathbf{B}$$
$$\mathbf{y} \geq 0$$

이 된다.

이와같이 有限模型의 成立을 전제로 無限水平模型으로 확장하여 $\{\mathbf{X}_t\}_{t=1}^{\infty}$와 시간독립인 $\{\delta^{t-1}\bar{\mathbf{y}}\}_{t=1}^{\infty}$이 式 (4)와 式 (5)의 最適解임을 증명할 수 있다. (자세한 증명은 Jones[11]을 참조.)

여기서 經濟的 壽命(economic life)을 l, 年間坪等費用(annual equivalent cost)를 $\bar{y}$라 하면 雙對價格 $\{\delta^{t-1}\mathbf{y}\}_{t=1}^{\infty}$의 $\bar{y}(i)$은 다음과 같다.

$$\bar{y}(i) = \begin{cases} S_l & , \ i=l \\ \bar{y} - \delta m_{i+1} + \delta \bar{y}(i+1), & i=1,\ \cdots,\ l-1 \end{cases}$$

where

$$l = \arg \min_{1 \leq k \leq n} \frac{\{P - \delta S_K + m_0 + \delta m_1 + \cdots + \delta^{K-1} m_{K-1}\}}{\{1-\delta^K\}}$$

$$\bar{y} = \frac{(1-\delta)}{(1-\delta^l)} \{P - \delta^l S_l + m_0 + \delta m_1 \cdots + \delta^{l-1} m_{l-1}\}$$

따라서 經濟的 減價償却은

$$\left.\begin{aligned} d_1 &= P - \bar{y}(1) \\ d_i &= \bar{y}(i-1) - \bar{y}(i), \quad i=2,\ 3,\ 4,\ \cdots,\ l \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots (8)$$

이 된다.

Ⅳ. 適用에 있어 고려할 사항들

1. 經濟母數(economic parameter)

式 (4)의 線型計劃法模型에 있어 수용하고 있는 經濟母數는

i) 取得價

ii) 租稅上의 殘存價

iii) 維持・運營費

iv) 割引率

이다.

여기서 取得價와 殘存價는 뒤이어 稅制部門에서 설명하도록 하고 補修維持費와 割引率에 대해 논하고자 한다.

1) 維持・運營費

Jones[11], [12]는 線型의 기울기를 갖는 維持運營費의 비용흐름은 減價償却이 定額法으로 되는 것을 보여주고 있다.

일반적인 상황에서는 기계가 노후화됨에 따라 더 많은 維持運營費가 소요되는 것이다. 그러나 우리나라와 같이 과거에 經濟發展 단계에서 외국으로 부터 도입되는 기계에는 體化된 기술(embodied)이 존재하기 때문에 기계의 운영과 사용에 대해 同化(assimilation)가 되기 전 까지는 오히려 도입 초기에 더 많은 維持運營費가 들 것이라는 것을 考慮하여야 한다.

그리고 維持運營費에 대한 資料의 존재는 企業會計에 근거하고 있으므로 時間의 경과에 따른 維持運營費의 趨勢를 구하는 것은 가능하다.

2) 割引率

割引率(discount rate)는 돈의 時間的 價値(time value of money)를 나타내는 것이다. 經濟學用語로써 割引率은 中央銀行이 預金銀行에 대한 貸出의 利子率로써[6] 市場經濟體制下에서 고려될 수 있는 最小의 收益率(rate of return)이라 할 수 있다. 우리나라에서는 再割引率이라 한다.

또한 割引率은 再割引率로 부터 第1金融圈의 利子率, 國公債平均收益率[2] 등으로 설정될 수 있으며, 이들을 바탕으로 해서 稅率 등으로 수정이 된 率로 설정될 수도 있다.

2. 그외 決定係數

式 (4)의 模型이 최적해를 갖기 위해서 Jones[11]는 다음 4가지를 가정하고 있다.

1) $0<\delta<1$

2) $p \geq S_i \geq 0,\ m_i \geq 0$ for all $i=1, 2, \cdots, n$

3) $C_{t+1} \geq C_t \geq 0,\ t=1, 2, \cdots$

4) $\lim \sup_{T\to\infty} \Sigma_{t=1}^{T} \delta^{t-1} C_t < \infty$

여기서 가정 1), 2), 4)는 產業에서 일반적으로 일어나는 사실이다. 가정 3)도 產業이 擴大, 成長하여 가는 것이 일반적이나 어느 한 產業 또는 어느 한 資產으로 좁혀 들어갈 때는 가정 3)의 반대도 는 경우도 많이 존재할 수 있다.

3. 稅制

減價償却이 租稅와 관계가 있다는 것은 減價償却額이 課稅對象所得(taxable income)에서 공제되는 것과 處分時 帳簿價의 殘存價와 處分價와 차이인 資本利得/損失(capital gain/loss)에 대한 양도소득 때문이다.

租稅上 減價償却의 年度別 償却額을

$a=[a_1, a_2, a_3, \cdots, a_n]$이라 한다면 이에 대한 式 (8)의 變換은 다음과 같다.[11]

課稅對象所得(taxable income)에서 공제되는 액수는 i년에 있 어서 $[a_i+m_i]$이 되며, 이에 대한 稅率을 z라

한다면 稅後 i년에서의 年間維持運營費 $\hat{m}_i$는

$$\hat{m}_i = m_i - z_i(a_i + m_i)$$

이 될 것이다.

$\hat{m}_i$은 租世上減價償却 a_i의 函數가 되는 것이다.[3]

따라서 式 (8)의 經濟的 減價償却도 a_i도 函數이며 l, $\bar{y}$도 a_i의 函數가 됨은 당연하다.

$$l(a) = \arg \min_{1 \le k \le n} \frac{\{P - \delta^k S_K + \delta \hat{m}_1(a) + \cdots + \delta^K \hat{m}_K(a)\}}{(1-\delta^k)} \quad \cdots\cdots (9)$$

$$\bar{y}_1(a) = \frac{(1-\delta)}{(1-\delta^l)} \{P - \delta^l S_l + \delta \hat{m}_1(a) + \cdots + \delta^l \hat{m}_l(a)\}$$

4. 物價變動

式 (8)의 經濟的 減價償却은 物價變動에 의해서도 式 (9)와 같이 物價倍率의 函數로 나타난다.

앞 節에서 租稅는 維持運營費에만 영향을 미치지만 物價倍率에 대해서는

i) 取得價

ii) 殘存價

iii) 維持運營費

에 영향을 준다.

物價變動의 반영은 物價指數[6] 등으로 나타내지만 우리나라의 경우 과거 開放되지 못했던 시절의 取得設備에 대해서는 國際市場價와의 차이를 定義해 주는 名目保護率[3]의 반영이 동시에 고려될 때 보다 정확한 物價變動의 검토가 이루어질 것이다.

基準年에 대한 物價倍率을 g_i라 하면, 稅後維持運營費 $\hat{m}_i$는 다음과 같이 변환된다. 즉 物價를 고려한 稅後維持運營費 $\hat{\hat{m}}_i$는,

$$\hat{\hat{m}}_i = g_i m_i - z_i g_i (a_i + m_i)$$

이 된다.

取得價와 殘存價에 대해서도 物價倍率을 고려하여 式 (4)에서 V는 다음과 같이 된다.

$$V = [-\hat{\hat{m}}_1, \ -\hat{\hat{m}}_2, \ \cdots, \ -\hat{\hat{m}}_n \ \hat{g}_1 S_1, \ \hat{g}_2 S_2, \ \cdots, \ \hat{g}_n S_n \ \ -(\hat{g}_0 P + \hat{g}_0 m_0)]$$

그리고 式 (9)의 l(a)와 $\bar{y}_1(a)$도 다음과 같이 변환된다.

$$\left.\begin{aligned} l(a, g, \hat{g}) &= \arg \min_{1 \le k \le n} \frac{\{P(g) - \delta^k g_K S_K + \delta \hat{\hat{m}}_1(a, g) + \cdots + \delta^K \hat{\hat{m}}_K(a, g)\}}{(1-\delta^K)} \\ \bar{y}_1(a, g, \hat{g}) &= \frac{(1-\delta)}{(1-\delta^l)} \{P - \delta^l g_l S_l + \delta \hat{\hat{m}}_1(a, g) + \cdots + \delta^l \hat{\hat{m}}_l(a, g)\} \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (10)$$

여기서 보다로 物價倍率 $\hat{g}$를 도입한 것은 殘存價 S와 取得價 P는 特定의 資產에 대한 物價倍率이고, 이에 관해 維持運營費는 人件費와 經費가 주종을 이룰 것이므로 WPI(Wholesale Price Index, 都賣物價指數), CPI (Consumer Price Index, 消費者物指數)로 不變價格(constant price)으로 변환하는 것이기 때문이다.

資產項目別 物價倍率은 國富統計調査[1]을 위해 고안된 物價倍率表가 있다.

V. 租稅와 物價를 고려한 減價償却

式 (4)에 있어서 目的函數의 係數가(a, g, $\hat{g}$)에 의해 바뀌었으므로 민감도 분석에 있어 변화할 수 있는 범위 내에서 $\{X_i\}_{i=1}^{n}$의 最適解와 더불어 $\{\delta^{k-1}\bar{y}_i\}_{i=1}^{n}$의 雙對最適解의 값이 변화될 것이다.

그러나 目的函數의 係數가 작은 폭으로만 변화되기 때문에 無限水平線型計劃法의 雙對性 存在의 整理는 그대로 존재함을 명백하다.

따라서 새로이 계산된 $\bar{y}_i(a, g, \hat{g})_i$, i=1…, l과 $d_i(a, g, \hat{g})_i$, i=1, 2, …, l은,

---

3) Jones[11]는 資本利得(capital gain)에 대해서도 稅後 $\hat{S}_i$(殘存價)를 式 (9)에 포함시키고 있으나 本稿에서는 S_i(殘存價)를 상부가로 가정했으므로 式 (4)의 모형에서는 資本利得이 발생할 수 없음.

$$\bar{y}_l(a,g,\hat{g})_i = \begin{cases} \hat{g}_l S_l & , \ i=l \\ \bar{y}_l(a,g,\hat{g}) - \delta\,\hat{m}_{(a,g)_i+1} + \delta\,\bar{y}(a,g,\hat{g})_{i+1}, & i=1, \cdots, l-1 \end{cases}$$

$$d(a,g,\hat{g})_i = \begin{cases} \hat{g}_0 P - \bar{y}(a,g,\hat{g})_1 & , \ i=1 \\ \bar{y}_l(a,g,\hat{g})_{i-1} - \bar{y}_l(a,g,\hat{g})_i, & i=2, \cdots, l \end{cases}$$

이 된다.

Ⅵ. 結語

經濟的 減價償却의 測定은 Hulten[10] 등의 방법에 있어서는 中古市場의 존재를 가정하고 충분한 資料를 바탕으로 추정하는 것이다.

반면에 Jones[11], [12] 등의 방법은 거의 모든 資料를 企業內部의 會計에 의존하고 있다.

이것은 일반적으로 價値決定(valuation)에 있어 i) 市場價 ii) 收益의 資本化 iii) 原價에 바탕을 두는 3가지 方法이 있는데, i)과 iii)이 前者와 後者에 근접한다고 할 수 있다.

Jones의 方法은 中古市場의 市場價에 대한 資料가 극히 한정되어 있는 우리나라의 경우에 좋은 방법으로 제시될 수 있다.

그러나 어떤 資産에 대해서 검토할 때 그 資産을 代替하기 소요되는 費用이라는 개념이 Jones의 方法이다. 이는 극단적 경우에는 市場價에 바탕을 둔 經濟的 減價償却과는 많은 차이가 있을 수 있다. [7]

또한 Hulten 등의 經濟學的 접근은 資本스톡의 推定을 위해 보다 정확한 經濟的 減價償却을 측정하여 計量經濟學的인 이용을 목적으로 두는 데 비해 Jones 등은 租稅上의 減價償却을 가능한한 經濟的 減價償却과 일치시킴으로써 안정된(stable) 減價償却을 구축하여 企業에서의 意思決定時 稅制에 영향을 받지 않는 租稅中立的(tax nentral) 환경을 만드는데 목적을 두고 있다고 할 수 있다. 물론 대별되는 양자의 목적은 궁극적으로 資源의 配分과 投資의 効率極大化라는 점에서는 공통이기도 하다.

Jones[11], [12]의 模型은 가정이 너무 많아서 실지 적용하여 經濟的 減價償却을 측정하는데는 어려움이 많은 것을 지적할 수 있다.

따라서 動的計劃法 등으로 模型 자체의 변경도 고려되어야 하겠지만[12], 式 (4)의 線型計劃模型을 구성하고 있는 係數들을 보다 현시화하여 모형을 단순화하는 것도 추진되어야 하겠다.

참고문헌

1. 經濟企劃院, 1977年 國富統計調査報告書, 1980.
2. 郭泰元, 減價償却制度와 資本所得課稅, 韓國開發硏究院, 1985.
3. 金光錫, 「産業聯關表의 1968年不變價格으로의 換價」, 韓國開發硏究, 第1卷 第2號, 1979.
4. 趙振衡, 「資本스톡의 企業規模別 時系列推計에 관한 考察」, 金烏工大論文集, 四輯, 1983.
5. 趙振衡, 「우리나라 製造業에 있어 資産形態別 實質減價償却曲線에 관한 硏究」, 工業經營學會誌, 第13卷 第22輯, 1990.
6. Dornbusch, R., and S. Fischer, *Macro-Economics*, McGraw-Hill, 1981.
7. Hanke, S. and S. Walters, "Recent Controversies in the Valuation of Utility Property," *Public Utilities Fortrightly*, July 21, 1988.
8. Grinold, R., "Infinite Horizon Program," *Management Science, 18(3)*, Nov. 1971.
9. Hopking, D. S. P., "Infinite-Horizen Optimality in an Equimpment Replacement and Capacity Expansion Model," *Management Science, 18(3)*, Nov. 1971.
10. Hulten C.(ed.), *Depreciation, Inflation and Taxation of Income from Capital*, The Urban Institute Press. 1981.
11. Jones, P., J. Zydiak and W. Hopp, "Stationary Dual Prices and Depreciation," *Mathmatical Programming, 41(3)*, Sept. 1988.

12. _____, "Stable Economic Depreciation, Neutral Replacement Decisions," *Engineering Economist, 34(2)*, Winter 1989.
13. Marston, A., R. Winfrey and J. Hempstead, *Engineering Valuation and Depreciation*, Iowa State University Press, 1982.
14. Young, A. and J. Musgrave, "Estimation of Capital Stock in the United States," *The Measurement of Capital*, edited by D. Usher, The University of chicago Press, 1980.