

農業用 에너지 消費構造의 變化 產業聯關表 分析을 중심으로

金 忠 實

研究員, 資源經濟研究室

- I. 序論
- II. 農業用 에너지의 消費構造
- III. 農業用 에너지 投入係數
- IV. 結論

I. 序論

우리 나라의 農業은 經濟成長과 함께 급속히 변모하고 있다. 所得增加에 따른 食品消費의 高級化로 畜產物과 經濟作物의 需要가 급증하고 있고 農業生產도 畜產 및 施設園藝의 방향으로 나가고 있다. 農村人口의 都市流出로 인한 農村勞動力 부족 현상으로 營農機械化를 추진하고 있다. 따라서 農業은 보다 많은 에너지 投入이 요구되는 產業으로 변모하고 있다. 이와 같은 경향은 앞으로 勞賃의 上昇速度가 빨라지면서 더욱 深化될 것으로 전망된다. 몇 차례에 걸친 오일 쇼크를 치루고 난 우리 나라 經濟는 에너지事情에 맞도록 產業構造를 改編해야 하는 주장이 나올 만큼 사정이 급박해졌다.

本稿는 지금까지의 農業用エネルギー 消費推移와 그것이 產業 전체에서 차지하는 比重 및 에너지

源別 需給體系의 變化에 따른 消費構造의 变모 형태를 檢討하는 데 목적이 있다.

研究方法은 產業聯關表 分析을 이용하여 全產業과 國家總需要에 대한 農業用 에너지 消費率을 검토하였다.

農業用 에너지 消費量은 物量으로 파악된 資料가 좋겠으나, 資料 蒐集이 불가능하여 1968년 不變價格으로 評價된 產業聯關表의 生產部門別 에너지 投入額을 이용하였고, 農業生產에 직접 投入하는 에너지만을 대상으로 하였다. 에너지消費實績에 관한 資料는 1968년 不變價格으로 評價된 1963, 68, 70, 73, 75의 5個年 產業聯關表를 이용하였다.

II. 農業用 에너지의 消費構造

1. 農業用 에너지와 그 利用形態

農業用 에너지는 營農者가 農業生產에 人爲的으로 投入하는 에너지와 太陽熱과 같이 自然的으로 投入되는 에너지로 크게 구분할 수 있다.

人爲的으로 投入되는 에너지란 穀物類, 野菜, 果實, 工藝作物, 畜產 및 養蠶의 生產過程에 직접 投入되는 에너지와 간접 投入되는 에너지를 말하며, 直接 投入에너지란 作物의 경우 播種에서 收穫 및 貯藏에 이르는 加工 이전 단계까지의 保溫, 乾燥, 機械使用에 消費되는 燃料와 照明用 燃料 및 電氣消費量이 포함된다. 肥料와 農藥 등에 포함된 間接 投入 에너지의 파악은 本稿에서는 제외하였다.

農業에 直接 投入되는 에너지의 形태는 電氣를 포함하여 石炭類와 石油製品, 石炭製品으로 나눌 수 있다.

일찍부터 保溫을 重視해 온 대표적인 營農方法으로는 温床이나 温室 및 하우스에 의한 營農方法을 들수 있다.

1955년경 油紙를 被覆材로 한 温室窓에서 풀리에 텁렌을 温室窓으로 이용하게 된 것은 과학革命的인 것이라 할 수 있다.

温床의 加溫方法도 저녁에 한 번씩 나무로 불을 뿐 주던 温床에서 電氣를 热源으로 하는 電熱温床 방법을 이용했다.

温室이나 하우스의 暖房方法은 다양하다. 1909년에 최초로 昌慶苑 植物園에 温水暖房施設이 설치된 후에 각 温室에서 有煙炭, 마세크炭 등 石炭類를 加溫燃料로 이용하여 왔다. 비닐 하우스 暖房에 石油用 오뚜기 난로를 1954년경 이용하였으며, 温室內 热效率를 높이는 방법으로 温床線을 땅속에 매몰하기도하고 심지식 热風器를 설치하기도 했다.

충분한 热量을 공급하게 된 것은 1972년 경 Burner式 暖房機를 사용한 이후이다(韓國園藝發達史編纂委員會, 1980) 1970년대를 전후하여 農業生產에 소비하는 에너지源別 用途를 보면, 石炭은 담배 건조와 施設園藝를 포함한 花卉作物

과 工藝作物의 保溫・乾燥用으로 이용되고 있고, 또 畜產 및 養蠶 部門의 保溫用으로 사용되고 있다. 石油는 1970년 이전까지는 野菜生產에 별로 쓰이지 않았으나 1970년부터 石油消費가 급증하여 農業用 總 石油消費額의 약 70% 이상이 施設園藝 部門의 保溫維持에 이용되고 있다. 또 石油는 米穀生產을 위한 農機械 및 裝備의 燃料로 쓰이여 왔다.

煉炭은 주로 畜舍의 保溫에 사용되고 일부는 工藝作物의 保溫 및 乾燥用으로 소비되고 있다.

電氣는 거의 90% 이상이 畜舍의 照明用이나 畜產用 電氣機具의 動力源으로 사용되며, 花卉作物, 藥用作物, 嗜好作物 등의 工藝作物 生產에 照明用으로 점점 그 消費가 증가되고 있다

〈表 1〉.

1973년의 第1次 石油波動 이후 農業用 에너지로는 石油消費가 감소한 반면 石炭과 煉炭消費가 크게 증가하고 있다.

生產部門別로는 野菜, 工藝作物, 畜產物 生產

表 1 에너지 種類別 年度別 農業用 에너지 消費實績
(1968年 不變價格) . 單位: 100萬원

	米麥類	其他穀物	野菜	과 일	工藝作物	畜產養蠶
石 炭	1963	—	—	—	169.2	—
	1968	—	—	—	231.2	—
	1970	—	—	—	—	1.4
	1975	—	—	—	755.4	—
石 油	1963	20.2	3.3	—	20.6	19.0
	1968	43.5	4.9	—	61.8	9.2
	1970	52.7	1.8	559.3	26.8	15.7
	1975	23.3	0.7	233.5	14.6	39.5
煉 炭	1963	0.2	—	—	—	1.8
	1968	—	—	—	—	15.9
	1970	—	—	—	—	7.6
	1975	—	—	162.7	—	21.3
電 氣	1963	—	—	—	—	—
	1968	—	—	—	—	—
	1970	—	—	—	—	0.9
	1975	—	—	—	—	4.3

資料: K. D. I. 「1968年 不變價格으로 換價한 產業聯關表」에
서 算出.

의 保溫 및 乾燥用으로 農業用 直接投入 에너지의 大부분이 소비되는 추세로 나타났으며, 食品消費 패턴이 高級化 할수록 에너지의 所要量이 더욱 늘 것으로 보인다.

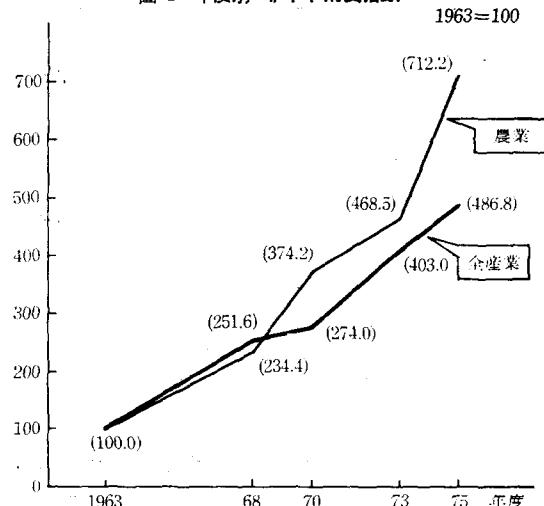
2. 農業用 에너지 消費推移

1963년에서 1975년 동안 全產業의 生產活動에 직접 投入된 에너지 消費額의 年平均 增加率은 동기간의 經濟成長率을 앞지르고 있다. 즉 年平均 17.8%씩 農業部門의 에너지 소비가 증가하여 같은 기간 동안 7배의 消費伸長을 기록하였다.

農業用 에너지 消費推移를 1960년대와 1970년대로 대별해 보면 1960年代에는 에너지 消費가 年平均 20.7%의 높은 속도로 증가해 왔다. 그러나 에너지 과동이 잇달아 발생했던 1970년대 전반에는 年平均 消費增加率이 13.7% 수준으로 둔화되기는 하였지만, 全產業 平均 12.2%보다 높은 증가를 나타냈다.

農業用 生產에 직접 投入할 에너지 消費額은

圖 1 年度別 에너지 消費指數*



* 1968년 不變價格에 의한 에너지 消費額의 指數임.
資料 : <表 1>과 같음.

1963년의 경우 약 260百萬원(1968년 不變價格)이었는데, 이는 우리 나라 總에너지 消費額의 0.5%의 수준이며, 그 후 1975년에는 農業用 에너지 소비액이 1,860百萬원으로 증가하여 總能耗에 대한 農業用 에너지 消費額의 0.8%에 해당된다. 產業全體 에너지 消費額에 대한 農業用 에너지 消費額의 比重은 1963년 0.7%에서 1975년에는 1%로 比重이 증가하였다.

이러한 현상은 農業의 에너지 依存度가 높아지고 있는 것을 뜻한다. 그 주된 요인은 經濟成長과 함께 비닐 農業 발달에 의한 사철 菜蔬農事, 畜產技術의 발달 등 農業技術이 크게 발전했기 때문이다.

한편으로는 農業勞動力 不足現象이 심화되어 農業機械化를 촉진시키고 있는 점을 들수 있다.

表 2 農業生產用에너지 消費額¹⁾ (直接投入에너지)

年度	農業用 에너지 消費額 (千萬원)	에너지 中間需要에 대한 農業用 에너지 소비액의 비중 (%)
1963	26.0	0.70
1968	60.9	0.66
1970	97.3	0.96
1973	121.8	0.82
1975	185.1	1.03

1) 生產者價格에 의한 1968年 不變價格으로 換價한 에너지 消費額.

2) 產業全體 에너지 消費額에 對한 農業用 에너지 消費額의 比重.

資料 : K.D.I.『1968年 價格으로 換價한 產業聯關表』에서 計算.

全產業에서 차지하는 農業用 에너지 消費量의 比重은 경미하지만, 점차 더 많은 化石에너지 消費產業으로 전환해 가고 있으며, 그 趨勢도 빨라지고 있다(圖 1)。

3. 農業用 에너지 消費構造의 變化

에너지 需給與件에 따라 에너지 源別 農業用 에너지 消費가 크게 변화되고 있다. <表 3>은 에너지 源別 年度別 消費額(1968년 不變價格)을 나타내고 있다. 즉 1963년에는 總에너지 消費의

65.1%를 石炭으로 총당하였으며, 나머지 대부분은 石油로 充當하였다.

1967년 이후 수년 동안 石炭價格의 지속적인 上昇으로 農業用 에너지 消費의 대중을 이루던 石炭의 消費가 점점 감소했다. 農業全體 에너지 消費額에서 차지하는 石炭消費額은 1968年에는 38%로 떨어졌으며, 1970년에는 다시 0.2%로 거의 全無한 상태로 떨어졌다. 반면 상대적으로 價格

表 3 農業生產의 에너지源別 消費額(直接投入한 에너지)
(1968年 不變價格) 單位: 100萬원

年度	石炭類	石油類	煉炭類	電氣	合計
1963	169.20 (65.1)	72.90 (28.1)	4.70 (1.8)	12.70 (4.9)	259.90 (100.0)
1968	231.20 (38.00)	180.00 (29.6)	133.40 (21.9)	84.50 (10.6)	609.10 (100.0)
1970	1.40 (0.2)	666.40 (68.5)	270.90 (27.9)	33.80 (3.5)	972.50 (100.0)
1973	1.80 (0.2)	688.20 (56.5)	476.20 (39.1)	51.40 (4.2)	1,217.60 (100.0)
1975	755.40 (40.8)	328.60 (17.8)	735.50 (39.7)	31.40 (1.7)	1,850.90 (100.0)

() 내는 에너지 總消費에 대한 에너지源別 比率。

資料: K.D.I. 「1968年 價格으로 換價한 產業聯關表」에서 計算。

i) 然 石油需要가 急增하여, 1970년에는 總消費의 68.5%를 차지하였다.

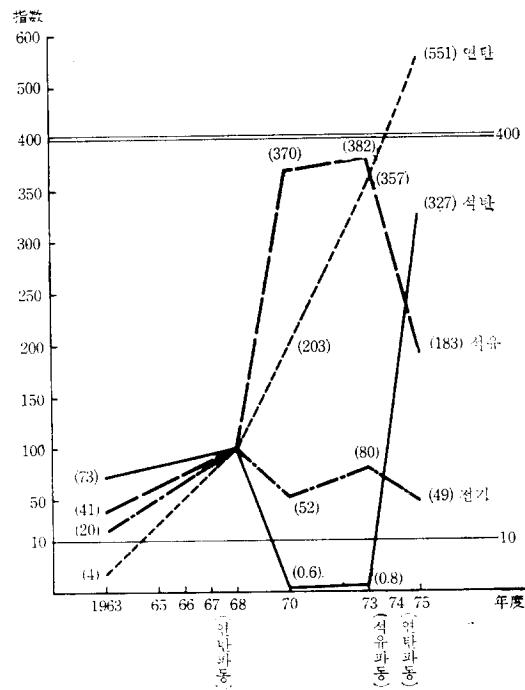
農業用 에너지 消費構造는 1970년 이후 石油波動이 시작된 1973년까지는 安定勢를 유지했다. 그러나 1974년에 石油價格이 1973년의 약 3배로大幅 상승하게 되자, 石炭需要比重은 1973년의 0.2%에서 40.8%로 급증하였다. 반면 石油의比重은 17.8%로 急落하여 石炭이 農業用 에너지消費의 大宗으로 다시 뒤바뀌었다. 石油波動으로 石油의 相對價格이 상승하자 1975년 처음으로 野菜生產에 農業用 煉炭消費의 22%에 해당하는量을 소비했다. 畜產 및 養蠶生產에서 煉炭需要가 급증하여 1975년 煉炭消費 수준은 1963년에 비해 약 204배로 증가한 것으로 나타났다.

이와 같은 農業用 에너지 消費構造의 變化는 產業內의 技術的 要因보다도 農業外의 要因, 즉

에너지 價格의 變화가 크게 작용한 것으로 보인다. 어떤 특정한 에너지에 대한 農業需要는 價格變化에 매우 민감한 반응을 보이면서 급변하고 있다 (圖 2). 특히 石炭 및 煉炭과 石油間의 代替關係는 매우 심해서 가격의 變화에 맞춰 큰 폭으로 代替되고 있다 (圖 2)의 에너지源別 消費指數를 보면 石炭의 경우, 1963년부터 1968년까지 消費指數가 73.2에서 100.0으로 점증해 오다가, 에너지 政策이 主油從炭으로 바뀐지 불과 2년 뒤인 1970년에는 石炭 消費指數는 0.6으로 떨어졌고, 農業用 總에너지 消費額 중 石炭이 차지하는 비중도 68년도 38%에서 0.2%로 急落하였다.

이와 반대로 1968년과 1970년 2년간 石炭需要는 3.7배로 急增했고, 石炭製品인 煉炭의 需要가 2배로 증가하였다. 그 후 1973년 第1차 石

圖 2 에너지源別 農業用 에너지 消費指數
1968=100



油波動이 시작될 때까지 農業用 에너지 消費構造는 큰 변화 없이 전반적으로 약간씩 증가하였다. 同期間 동안 에너지源別 年平均 증가율을 보면 石炭 10.1%, 石油 1.1%, 煉炭이 20.7%, 電氣 15.0%로서 總에너지 消費額의 增加率은 이 기간의 經濟成長率에 미달하는 것으로 나타났다. 그러나 石油波動으로 인한 油價 상승의 압박이 시작되면서, 石油消費指數는 年平均 100 (1968=100) 씩 떨어져 1975년에는 183으로 下落 했으며, 반대로 石炭消費는 326으로 增加하였다. 年平均 約 19배의 과격적인 석탄 消費增加가 있는 반면, 石油는 30.9%의 消費 減少를 나타내었다(圖 2)。

에너지源別 相對價格이 변동함에 따라 燃料와 관련된 機具나 施設物의 代替가 발생하고 있다. 温室의 경우 石油價格이 오름에 따라 石油用 바이나 煙爐등은 石炭用으로 代替하게 되었다. 畜舍保溫이나 農產物의 乾燥에도 같은 현상이 나타난다. 分娩用 畜舍나 병아리 飼育場에서는 정확한 熱管理가 필요하므로, 热調節이 용이한 石油用 煙爐나 보일러 시설을 많이 이용했으나, 石油價格이 상승하자 종전의 煉炭用 보일러나 煙爐로 代替하는 현상이 나타났다. 畜・蠶의 경우 1975년의 石油消費量을 1970년에 비해 1/2로 감소했으나, 반대로 煉炭 使用量은 약 3배로 增加한 것은 이러한 現象을 立證한다고 볼 수 있다(表 1). 특히 煙草 乾燥에는 사용에 편리하고 热管理가 용이한 점과 良質의 煙草를 생산할 수 있는 利點이 있으므로 石油를 乾燥用 燃料로 널리 사용해 왔다. 그러나 油價 上昇과 함께 점점 石炭用으로 乾燥施設을 改造해 가고 있다.

III. 農業用 에너지 投入係數

農業用 에너지 需要는 農業生產의 에너지 投入係數와 農產物 生產水準에 의해 결정된다.

投入係數를 產業聯關表를 기준으로 설명하면, 投入係數는 特定生產部門의 生產物 한 단위(金額)를 生산하는 데 投入되어야 할 各生產部門 生產物의 中間投入額을 나타내는 係數이다.

1960년대와 1970년대로 나누어 에너지 投入係數를 보면 1963년의 에너지 投入要素 중 가장 큰比重을 차지했던 것은 石炭類로서 農產物 1單位를 100으로 볼 때 0.045%를 차지하였으며, 다음으로 石油, 電氣, 煉炭類 순으로 나타났다. 生產物 單位當 總에너지의 費用은 0.069%를 차지했다.

1970년에는 에너지 投入係數를 접하는 순위가 바뀌어 石油가 압도적인 比重을 차지했고 生產費에서 에너지가 차지하는 比重은 0.16%였다.

그 후 세계적 石油波動을 겪고 난 1975년에는 農產物 生產費中(1968년 生產者價格 評價額) 에너지費用이 0.27%로 增加하여, 農業生產費 중 에너지 集約度가 增加함을 보여주고 있다. 年度別 에너지源別 投入係數는 <表5>와 같다.

生產物 單位當 投入되는 에너지 비중은 경미하지만 시간이 경과함에 따라 農業用 에너지의 直接 投入量은 점점 增加하고 있으며, 肥料나 農

表 4 農業生產費中 에너지 投入費用(直接投入分)

單位: %

年度	石炭類	石油類	煉炭類	電氣	總消費
1963	0.0450	0.0194	0.0013	0.0034	0.0690
1968	0.0426	0.0331	0.0246	0.0119	0.1122
1970	0.0002	0.1091	0.0443	0.0055	0.1592
1973	0.0002	0.1061	0.0703	0.0076	0.1797
1975	0.1116	0.0485	0.1086	0.0046	0.2734

資料: K.D.I. 「1968年 不變價格으로 換價한 產業聯關表」에서 算出.

藥 등의 기타 형태로 投入되는 間接 에너지 投入量까지 합하면 상당한 수준에 이를 것으로 전망된다.

農業用 에너지의 集約度를 간접적으로 나타내는 投入係數의 변화 속도를 보면 1963년부터 1975년까지 12년간 年平均 12.2%씩 增加하였다. 에너지源別로 보면 煤炭의 變化速度가 年平均 45.1%로 가장 높은 증가율을 나타내고 있다.

1968년부터 1973년까지 5개년간 投入係數의 변화 속도는 年平均 增加率 9.9%를 기록했다. 石炭需要가 급락하는 반면, 石油需要가 급증하여 에너지源間에 代替가 크게 나타났다.

세계적인 石油波動을 사이에 둔 1970년대 前期(1970~75)의 상황은 1968년에서 1973년의 5개년간 變化 内容과는 전혀 다른 양상을 나타냈다.

表 5 農業用에너지 投入係數의 年平均 增加率

單位 : %

期 间	石炭類	石油類	煉炭類	電 氣	計
1963~75	7.9	7.9	45.1	2.6	12.2
1968~73	- 63.8	25.1	23.4	- 8.6	9.9
1970~75	244.7	-15.0	19.6	- 3.5	11.4
1968~75	14.7	5.6	23.6	-12.7	13.6

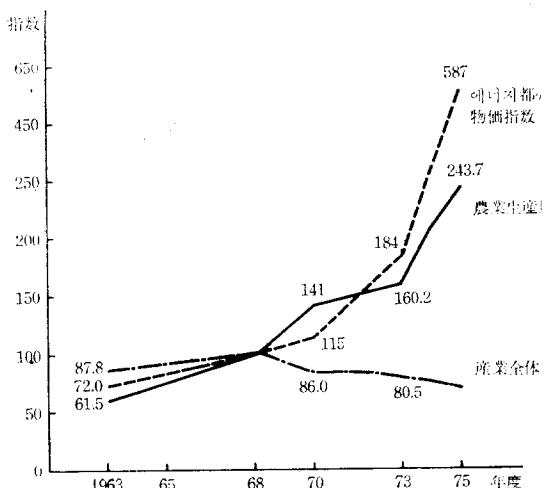
資料 : K.D.I. 「1968年 不變價格으로 換價한 產業聯關表」에서 算出。

이 기간에 총에너지 投入係數의 변화속도는 年平均 11.4%로서 에너지源別로 보면 1968~73년 5개년간은 石炭이 年平均 變化率 -63.8%였음에 반해, 이 기간에는 244.7%의 急增加率을 보였다. 石油는 -15%로 反轉하는 식의 急轉 急騰을 반복하고 있다. 기간별 에너지 投入係數의 年平均 變化率은 〈表 5〉와 같다.

에너지 投入費用이 農產物價格 중에서 차지하는 比率變化, 즉 에너지 投入係數의 변화를 보면 에너지source 比重은 時間의 경과에 따라 매우 不規則的으로 나타나고 있다. 그러나 總에너지

圖 3 單位 生產物 價格當 에너지 集約度

1968=100



* 에너지 投入係數의 指數는 1968년 不變價格에 의한 것이고, 에너지 都物價指數를 에너지 都物價指數에 加重值를 곱하여 산출함.

投入係數는 계속 증대하여 農產物 生產者價格에 미치는 에너지 費用의 比重이 1968년의 0.11%에서 1975년의 0.27%로 약 2.5배 증가한 셈이다.

에너지 都物價指數 〈圖 3〉가 1968~75년간에 약 6배로 上昇한데도 불구하고, 單位生產額當 總에너지 消費指數가 이 기간에 2.5배나 증가한 것은 우리 나라의 營農方法이 化石 에너지에 대한 依存度가 높아지는 방향으로 나아가고 있음을 나타내는 것으로 볼 수 있다. 여기에 農業 生產에 직접 消費하는 에너지 消費量의에 계속 증가되고 있는 農藥, 肥料 등의 기타 投入物을 통한 間接에너지 消費量까지 포함하면 에너지 投入比重은 훨씬 클 것으로 예상된다.

農業用 에너지 投入係數가 이상에서 설명된 바와 같이 빠른 속도로 增加趨勢에 있는 반면, 產業 전체의 에너지 投入係數는 지난 1968년 이후 점점 감소하는 것으로 나타난다. 이러한 現象은 農業用 에너지의 絶對消費量이 작다고 하여 소

흘히 넘길 수는 없을 것 같다.

IV. 結 論

심각한 에너지 波動의 와중에서도 農業生產에 직접 投入되는 에너지 消費量은 급격히 증가하고 있다. 에너지源間의 代替變化가 격심하고, 특히 石炭과 石油間의 需要代替는 매우 伸縮의이다.

產業 전체의 에너지 消費量 중에서 農業이 차지하는 比重도 漸增하는 추세에 있다. 生產物單位當 投入되는 에너지 所要量도 產業全體로 보면, 점점 감소하고 있는데 農業의 경우는 빠른 속도로 增加하고 있다. 여기에 매년 投入量이 증가하는 肥料, 農藥, 除草劑, 搗精, 保管, 商業서비스 등에 소비되는 農業用 間接投入에너지까지 포함하면 상당한 수준이 될 것이다.

에너지 事情이 점점 심각해지고 있는 현실에서, 현재의 農業用 에너지 消費量이 產業全體에서 차지하는 比重이 낮다고 하여 결코 輕視할 수 있는 성질의 것은 아니라고 생각된다. 農產物價格 對策面에서나 農業用 에너지 對策面에서 신중하게 검토해야 할 課題임에 틀림없다.

農業生產者의 입장에서, 보다 중요한 것은 에너지 投入費의 增加에 따른 生產物價格의 上昇일 것이다. 에너지 價格은 매년 急騰趨勢를 보이고 있는데 비하여, 營農方法은 化石 에너지 多消費型으로 급속히 접근하고 있다. 營農機械化 등 에너지 依存度가 보다 深化될 것으로 전망되

는 農業 與件에서, 農業用 에너지에 대한 새로운 對策이 강구되어야 할 것으로 보인다.

이러한 문제에 대응하여 마련해야 할 구체적인 對策은 各界 關聯人們의 종합된 研究가 필요할 것이다. 對策의 基本方向은 다음과 같이 설정할 수 있을 것이다. 첫째, 農業用 에너지 需要增加에 대처할 수 있는 충분한 物量의 確保와 代替에너지의 開發을 촉진해야 한다.

둘째, 農產物單位生產當 에너지消費量의 增加趨勢와 관련하여 營農技術 내지 營農方法에 대한 再檢討가 필요하다.

農業에너지의 供給과 代替에너지 開發에 대한 對策은 바로 營農機械化와 勞動供給源으로서의 農業의 役割과도 밀접하게 관련된다고 하겠다. 특히 에너지 投入係數調整은 營農技術上 문제인 만큼, 食糧增產과 에너지 生產의 國民經濟的立場과 農業經營利潤이라는 個別農家의 經濟의 입장이 조화를 이루며 종합적으로 檢討되어야 할 것이다.

參考資料 및 文獻

- 金光錫, “產業聯關表의 1968年 價格으로의 換價,” 「韓國開發研究」, 1979. 여름호.
- 金俊輔, 「產業聯關分析論」, 法文社, 1975.
- 動力資源部, 「에너지體系와 經濟體系의 關係」, 1979.
- 韓國開發研究院, 「產業別投入係數의 變化와 推定」, 1980.
- 韓國銀行, 「產業聯關表作成報告」, 각年度.
- , 「產業聯關表」, 각年度.
- , 「經濟統計年報」, 각年度.
- 韓國園藝發達史編纂委員會, 「韓國園藝發達史」, 1980, pp. 386 -388.
- 川井一之, 省エネルギーと農業, 明文書房, 1980.
- Price, D. R. et al, "Accounting of Energy Inputs for Agricultural Production in New York" *Energy, Agriculture and Waste Management*, Ann Arbor Science, 1975, pp. 105-122.