

國內 石炭의 適正 生産 計劃

National Coal Production Planning

吳 亨 植*
金 泰 由**

Abstract

The problem of planning national coal production is formulated as an optimal control problem. The model can be used to propose a proper government subsidy policy which will enhance the utilization of a nationally-owned resource(coal) and maintain the optimal level of coal production.

I. 序 論

70年代 以後 지금까지 우리나라의 石炭 需給은 市場價格 競爭에 의한 均衡狀態가 아닌 極大生産으로 一貫된 政府政策에 따라 決定되어 왔다. 이같은 政府의 政策 方向은 70年代 두 차례에 걸친 石油危機로 油價의 急上昇이 持續되었고, 國民 生活水準 向上에 따른 家庭 暖房 用 燃料로서 新規 및 代替需要 發生에 따른 만성적 수요초과 현상이 複合적으로 작용한 데에 基因한다고 볼 수 있다.

이러한 狀況에서 政府는 國內 唯一의 賦存 에너지 資源인 石炭의 急速한 增産을 誘導하기 위해 石炭産業에 支援金을 支給하는 등 政策的

支援을 擴大해 왔다. 또한 價格 政策에 있어 政府는 石炭의 告示價格을 통하여 消費者 物價의 安定과 더불어 石炭의 需給을 調節하여 왔다. 지금까지 政府의 이같은 石炭 政策은 한편으로 採炭條件과 經濟성이 劣惡한 限界炭鑛들을 進入시켜 石炭의 製造原價를 높이고 石炭産業의 合理的 經營을 阻害하는 結果를 가져오기도 했지만, 資源安保의 側面에서 第二次 石油危機를 克服하는데 至大한 역할을 擔當하였고, 國民福祉의 側面에서도 效果的인 政策이었다고 할 수 있다.

그러나 最近 油價의 下向 安定化 추세와 石炭 製造原價의 上昇 要因은 지금까지의 무리한 石炭 增産 政策을 더 이상 持續시킬 수 없게

* 서울대학교 工科大學 産業工學科

** 서울대학교 工科大學 資源工學科

하고 있다. 즉, 政府는 既存의 石炭 最大 增產 政策에서 脫피하여, 石炭의 生産이 國家經濟 全般에 미치는 影響을 고려한 效率의 政策方案을 再定立해야할 時點에 處하여 있다. 하지만 이러한 與件에도 불구하고 急激한 石炭 減產은 지금까지 投資된 石炭生産設備 및 附帶施設의 遊休化와 石炭關聯 從事者의 大量 失業을 초래하게 되어 國家的인 損失은 물론 커다란 社會問題를 誘發하게 된다. 또 石炭 生産量의 減少는 必然的으로 적지 않은 炭鑛의 閉業을 유도하여 언제 닥칠 지 모르는 第三의 石油危機에 대한 對應能力을 低下시키게 될 것이다.

한편 需要의 側面에서는 政府의 石炭 需要 振作 政策으로 지금까지의 꾸준한 價格 上昇에도 불구하고, 石炭 需要는 現在 全體 家庭用 暖房燃料 需要의 80%를 占有하고 있다. 이런 狀況에서 石炭 生産의 急激한 減少는 많은 石炭 消費者들에게 自然代替 以外的 他 燃料로 轉移를 誘發시켜 石炭 暖房設備의 代替 問題가 深刻하게 대두된다. 또한 供給의 減少와 石炭 産業 支援의 減少時 發生하는 石炭價格의 上昇은 相對的으로 設備 代替能力이 不足한 中産層 以下 低所得層에게 物價上昇 압박을 加重시키는 要因으로 작용할 것이므로 社會的 分配의 公平성에 위배되는 結果를 초래할 可能性이 높다.

따라서 本 研究에서는 2000년대까지의 適正 石炭 生産計劃을 政策樹立의 全期間內에 發生하는 社會的 費用의 습을 最少로 하는 動的 最 的化 模型에 의해 導出하였다. 또한 外部 與件(油價 및 經濟的 諸要因)의 變化에 의한 政策樹立時의 柔軟性을 考慮하여 각 狀況 및 費用 항목 變化에 따른 시나리오別 分析을 試圖하였다.

II. 動的 最適化 模型

國民의 主暖房用 에너지源으로 使用되고 있

는 石炭을 輸入燃料인 經由로 代替할 경우 國家 經濟 全般에 미칠 影響을 調査한 결과, 87 年末 現在까지 國內 石炭은 經由에 비해 1對 1.16의 競爭力을 가지고 있으며 이 競爭力은 諸般 經濟的 要因을 考慮할 때 向後 7년까지는 持續될 것이라고 分析되었다. 이와 같은 各 燃料의 實質 競爭力 分析은 現狀況에서 어느 燃料을 선택하는 것이 社會的으로 바람직한 것인가의 選擇 基準을 提示하는 데에는 有用하지만, 年度別로 石炭生産을 어떻게 變化시켜 나 아갈 것인가의 구체적 代案까지는 說明할 수 없다. 即 石炭을 使用하는 것이 社會的 費用을 節約하는 方向이라면, 石炭의 競爭力 喪失 以後 時點에 가서는 어떻게 對處할 것인가 하는 問題는 여전히 남게 된다.

石炭의 競爭力 喪失 以後 急激한 代替는 앞서 열거한 바와 같은 社會的 問題들을 誘發하게 되며, 이는 國家經濟的 次元에서 費用을 急 上昇시키는 要因으로 작용하게 된다. 따라서 에너지 政策이 지나는 長期的 餘波를 고려할 때 이같은 問題點들을 그대로 放置할 수 없게 되므로 本 研究에서는 政策 樹立期間內에 發生하는 모든 社會的 費用을 考慮하고, 石炭의 競爭力 喪失 以前과 以後 時期의 對策까지를 反映하는 經濟的 接近方法으로써 動的 最適化 模型을 개발하였다.

動的 最適化 模型에서는 [표 1]에서 分類된 바와 같은 社會的 費用項目들을 每年度別로 파악하여 政策 樹立期間內에 發生할 수 있는 모든 社會的 費用의 總습을 最少로 하는 長期的 石炭 生産計劃을 導出한다. 따라서 이 模型은 急激한 燃料代替時 發生할 수 있는 계만 難點 등을 止揚하고 一貫的인 長期 適正 石炭政策을 樹立하는데 有用하게 使用될 수 있다.

動的 最適化 模型은 아래와 같이

—目的函數: 石炭/經由 使用時 政策期間 동안 社會的 費用 最少化

—政策變數: 石炭의 年間 生産量

$$\text{Min} \int_0^T e^{-Rt} [C_i e^{\alpha_i t} X(t) + C_j e^{\beta_j t} \times |E(t) - X(t)| - C_k e^{\nu_k t} u(t) + AC_1 e^{\delta_1 t} u^2(t)] dt$$

$$\text{s.t.} \quad X(t) = u(t) \quad u(t) \leq 0$$

$$X(t) = D(t) \quad X(0) = X_1$$

C_i : 石炭 使用時의 費用 $i=1, \dots, 5$
 C_j : 經由 使用時의 費用 $j=6, \dots, 8$
 C_k, C_l : 代替時의 費用 $k, l=9, \dots, 11$
 α_i : C_i 의 年間 上昇率
 β_j : C_j 의 年間 上昇率
 ν_k : C_k 의 年間 上昇率
 δ_l : C_l 의 年間 上昇率

$X(t)$: t 年度의 石炭 生産量
 $E(t)$: t 年度의 家庭 暖房用 에너지 總需要
 $D(t)$: t 年度의 石炭 需要 函數
 $u(t)$: t 年度의 石炭 減産量
 R : 社會的 割引率
 T : 政策 樹立 期間
 A : 規模 常數
 X_1 : 初期 石炭 生産量

[그림 1] 動的 最適化 模型

[표 1] 動的 最適化 模型의 費用項目 (單位/石炭 1噸의 熱量 基準)

費用項目		變數	費用	熱效率考慮時의 費用
石炭 使用時의 費用	石炭 製造 原價	C_1	55,000	91,670
	石炭 産業 災害 費用	C_2	-	
	不 便 費用	C_3	17,000	28,340
	石炭 設備 使用 費用	C_4	20,300	33,800
	公 害 費用	C_5	-	
輕油 使用時의 費用	輕油 製造 原價	C_6	64,000	80,000
	危險 負擔 費用	C_7	20,800	26,000
	輕油 設備 使用 費用	C_8	32,400	40,500
代替時의 費用	石炭 産業 關聯 施設의 機會 費用	C_9	69,200	115,340
	消費者 適應 費用	C_{10}	64,100	106,830
	石炭 産業 勞務 費의 機會 費用	C_{11}	44,000	73,340

註) 各 暖房 器具의 熱效率: 石炭 60%, 輕油 80%

一 制約條件: 石炭/石油의 需給 均衡

Ⅲ. 시나리오別 適正 石炭 生産 政策

등으로 構成되며, 이를 數式으로 表現하면 [그림 1]과 같다.

이같은 動的 最適化 模型은 現在의 政策이 現在뿐 아니라 未來에 미칠 影響까지도 考慮하기 때문에, 일정한 政策 樹立 期間內에 發生 및 預測 可能한 모든 政策의 組合을 評價하여 國民 모두에게 돌아가는 惠澤을 極大化하게 된다.

動的 最適化 模型의 解는 變數로 策定된 諸 要因들에 따라 每年度別 石炭 生産量으로 表現된다. 우선 本 研究에서 使用된 變數들의 代表 값들을 살펴보면 다음 [표 2]와 같다.

이같은 變數中에서 未來의 預測值가 거의 確定的인 石炭 製造原價 上昇率과 暖房用 總에너

[표 2] 動的 最適化 模型에서 使用된 變數

變 數	內 容	비 고
各 費 用	표 1과 같음	
各 上 昇 率	표 3과 같음	基準 시나리오에 限함
社 會 的 割 引 率	年 15%	投資 回 受 率 準 함
政 策 樹 立 期 間	15年	2000年 代 까 지 의 中 · 長 期 政 策

註) 1973年 石油 危機 이후 약 15年 間 지속된 國內 石炭의 最大 開發 政策과 國際 油價 動向, 그리고 一般 的인 長期 經營 計劃 樹立 期間 等을 考慮하여 決定.

지 需要의 增加 率 등은 既存의 研究에서 使用 된 것을 그대로 導入 하였고, 相對 的으로 不 確 實 한 石油 價 動向에 對 하여는 [표 3]과 같은 시나리오를 活用 하였다.

[표 3] 動的 最適化 模型에서 使用된 主要 變化 要因別 시나리오

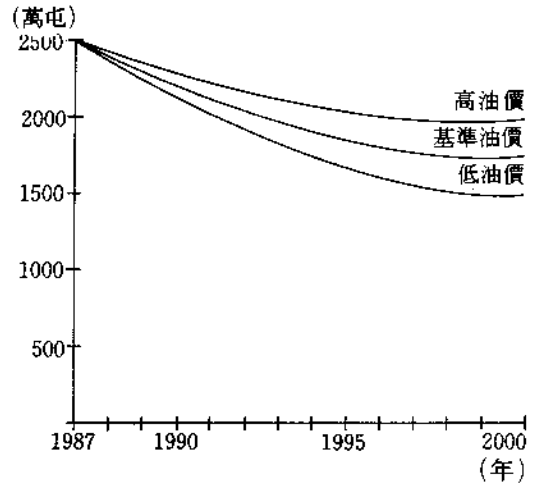
(單位 : 年)

	石炭 製造 原價 上 昇 率	油 價 上 昇 率	燈 房 用 總 能 力 上 昇 率
시 나 리 오 A (低 油 價)	6%	2%	2%
시 나 리 오 B (基 準)	6%	3%	2%
시 나 리 오 C (高 油 價)	6%	4%	2%

註) 기준 시나리오는 경제연구원, 「한국의 에너지 미래」, 1987 참조.

이와 같은 資料를 利用하여 社 會 的 費 用을 最 少 化 하는 適 正 石炭 生 產 計劃을 動的 最適化 模型에 따라 導 出 한 結果는 다음 [표 4]와 같고, 이를 그래프로 나타낸 것이 [그림 2]이다.

또 각 시나리오의 適 正 石炭 生 產 量 變 化 推 移를 期 間 別로 살펴보면 표 5와 같다.



[그림 2] 시나리오別 適 正 石炭 生 產 計劃

[표 4] 年度別 適 正 石炭 生 產 量

(單位 : 千 屯)

油 價 上 昇 率 年 度	2%	3%	4%
	1987	24,270	24,270
1988	23,606	23,851	24,117
1989	22,896	23,390	23,928
1990	22,061	22,830	23,668
1991	21,205	22,290	23,400
1992	20,482	21,738	23,112
1993	19,701	21,187	22,818
1994	18,949	20,654	22,530
1995	18,246	20,154	22,260
1996	17,610	19,704	22,022
1997	17,111	19,356	21,847
1998	16,658	19,051	21,710
1999	16,337	18,851	21,653
2000	16,177	18,784	21,652

註 1) 油 價 上 昇 率은 시나리오에 따른 假 定 수 치 임.

註 2) 이 시나리오는 원칙적으로 民 需 用 石炭 需 要에 만 適 用 되 어 야 하 나, 本 研 究 中 其 他 用 途 的 石炭 需 要도 民 需 用 需 求와 同 等 的 比 率로 減 少 하 는 것을 前 提로 함.

[표 5] 시나리오별 適正 石炭 生産量 變化 推移
(單位: %)

기 간	1987~1990	1991~1995	1996~2000	1987~2000	
변	2%	-3.23	-3.86	-2.44	-3.17
화	3%	-2.06	-2.53	-1.42	-1.99
율	4%	-0.84	-1.24	-0.56	-0.88

註) 각 기간의 變化率은 각 기간 生産量 變化率의 幾何 平均

IV. 結 論

本 研究에서 導出된 石炭의 適正 生産計劃이

舍棄하는 意味는 社會的 總 費用을 最少化한다는 立場에서

- 石炭이 代替 燃料에 對해 實質 競爭力을 잃을 것으로 豫想되는 1995年 以後의 社會的 費用을 勘案하여, 競爭力 優位를 占하고 있는 現時點부터 石炭 生産을 줄여 나가기 시작해야 한다는 점과

- 全 政策樹立期間동안 緩慢한 石炭減産 政策을 펴므로써, 急速한 燃料代替時의 問題點을 解決해야 한다는 점 등으로 要約될 수 있다.

Reference

1. Allan Randall, "Resource Economics," Grid Publishing, Inc., Coloumbia, Ohio(1981)
2. P.S. Dasgupta and G.M. Heal, "Economic Theory and Exhaustible Resources," University Press Oxford(1979)
3. Morton I. Kamien and Nancy L. Schwartz, "Dynamic Optimization," Elsevier North Holland, Inc.(1981)
4. Charles W. Howe, "Natural Resource Econoics," John Wiley and Sons, New York(1979)
5. Richad Eden and Richard Bending, "Energy Economics," Cambridge University Press, London(1981)
6. Robert S. Pindyck, "The Structure of World Energy Demand," MIT Press(1979)
7. G.S. Maddala, W.S. Chern and G.S. Gill, "Econometric Studies in Energy Demand and Supply," Praeger Publishers, New York(1978)
8. Douglas R. Bohi and Michael A. Toman, "Analyzing Nonrenewable Resource Supply," RFF(1984).
9. 에너지경제연구원, "石炭産業 構造改善을 위한 研究"(1987)
10. 에너지경제연구원, "韓國의 에너지 未來"(1987)
11. 신상길, "에너지 需給 分析과 展望," 에너지경제연구원(1987)
12. 동력자원부, "에너지 센서스 結果 報告書"(1981, 1984, 1987)
13. 에너지경제연구원, "에너지 統計 年報"(1984~1988)