

## 韓國의 米穀收量 增加에 관한 時系列資料 分析

徐 完 洙

農村振興廳, 農業研究官

- I. 序 言
- II. 벼의 栽培面積, 單位收量 및 總生産量 推移
- III. 育種面에서 本 쌀 收量의 推移와 展望
- IV. 農家와 試驗場의 米穀生産性 比較와 展望
- V. 結論 및 要約

### I. 序 言

수차에 걸친 食糧增産計劃에 따라 우리 나라의 農産物 生産은 크게 증가되어 왔음에도 食糧의 自給度는 해마다 떨어져 1965년 94%였던 것이 1980년에는 54%에 머물고 있다. 그중에도 쌀은 國民生活의 基本이 되므로 이의 안정적인 供給은 國家的 또는 安保的인 次元에서 먼저 다루어야 할 중요한 課題임에 틀림없다.

우리 나라의 食生活 類型은 外國에 비하여 특징적으로 발전한 것 같다. 즉, 穀類에 있어서는 주로 쌀, 肉類消費에 있어서는 쇠고기 가격이 돼지고기 값에 배가 됨에도 쇠고기만을 選好하며, 채소에 있어서는 연중 무우와 배추만을 大量 消費하는 것이다. 그러므로 이들 작물이 흉년이 들어 量이 부족하면 全國民이 食糧 걱정을 해야 하며 豊年이 들면 豊年飢饉의 현상마저 보

인 것이 사실이다.

앞으로 國民所得이 증가하게 됨에 따라 食糧의 消費구조는 계속 변화하게 될 것이며, 消費構造의 변화는 農産物間의 相對價格 변화를 통하여 農業內部에 있어서 자원배분의 調整을 유도할 것이다. 앞으로 예상되는 農産物에 대한 消費패턴은 탄수화물을 주성분으로 하는 穀物消費가 대폭 감소하는 반면 단백질 穀類인 콩과 비교적 需要의 彈力性이 높은 果實과 채소, 그리고 畜産物 消費가 지속적으로 증가될 것이다.

쌀은 우리 國民들에게 있어 칼로리의 主源泉으로서 앞으로 食生活構造의 變化에 따라 쌀이 國民食糧에서 차지하는 比重은 점차 감소할 것이지만, 상당한 기간 우리의 食生活에 있어서 중요한 위치를 차지할 것이 예상된다. 부족되는 쌀은 外國에서 수입해야만 하는 우리 실정에서 과거의 時系列 資料를 분석하고 앞으로 米穀生産의 展望을 살펴보는 것은 의미있는 것으로 생각되었다. 本稿에서는 첫째, 과거 22년(1960~82) 동안 全國의 벼 栽培面積, 10a 당 收量 및 總生産量의 變化를 살펴보고, 둘째 試驗場에서의 米穀收量의 推移와 展望, 셋째 22년간의 벼 地方 適應連絡試驗 成績과 全國 平均收量에 대

한 時系列 資料를 분석하고 이를 근거로 2,000년까지의 收量을 예측하였으며, 한편 試驗場의 水稻 專門家가 본 2,000년까지의 收量과 비교하였다. 時系列 資料를 분석함에 있어서 다음과 같은 假說的인 生産函數를 상정할 수 있을 것이다.

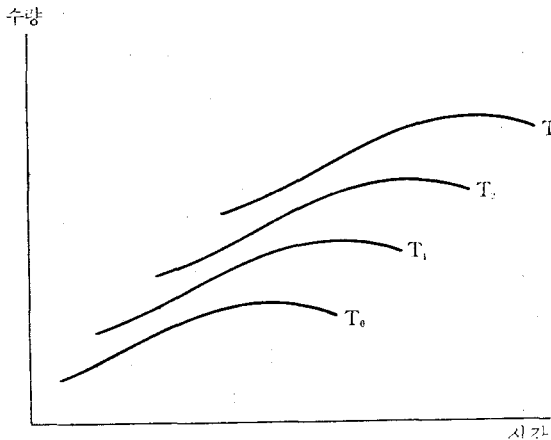
가. 代謝生産函數 (Meta-Production Function)

投入產出(input-output) 관계의 作物收量을 時系列로 볼 때 技術發展과 資本의 蓄積으로 인하여 각 單位要素의 生産投入에 따라 作物收量은 계속 增加趨勢를 보일 것이다. 즉 <그림 1>에서  $T_0$ 의 技術水準에서는 보다 낮은 生産技術로서 生産이 이루어지며,  $T_3$ 로 진행할수록 栽培技術과 資本이 축적됨에 따라 作物의 收量은 증가하게 될 것이라는 假說이다. 이와 같이 生産函數가 時間의 흐름에 따라 技術의 革新으로 인하여 단계적인 收量增加를 계속 가져올 수 있다면 <그림 1>에서와 같은 生産函數의 模型을 취하게 될 것이다.

나. 指數函數形의 生産函數

각 作物에 있어서 收量은 보다 낮은 技術에서

그림 1 代謝生産函數의 模型



作物生産이 이루어지다가 技術이 축적되어 감에 따라 그 收量은 장기적으로 보아 가속적으로 증가되어 가리라는 假說이다. <그림 2>에서  $T_3$ 에서의 技術水準은  $T_0$ 에서의 技術水準보다도 加速的이라 할 수 있다.

이상의 두 가지 生産函數의 性質에서 볼 때 飽和點은 있을 수 없다. 技術이 革新됨에 따라 收量은 계속 增加하게 될 것이다.

다. 作物收量의 成長曲線

각 作物은 品種에도 불구하고 그 收量의 生産能力에 限界를 갖는다고 假定한다. 이와 같이 볼 때 作物의 收量은 技術과 資本이 축적되어

그림 2 指數函數形의 作物收量 增加

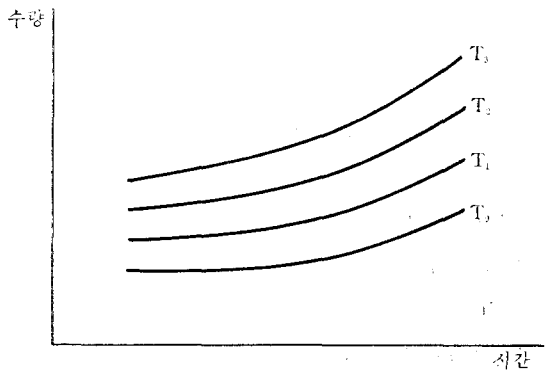
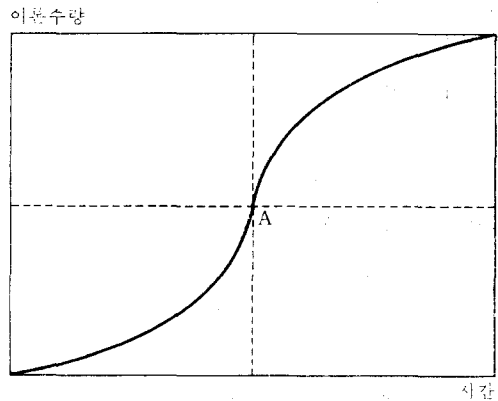


그림 3 최종적인 作物收量의 成長曲線



감에 따라 理論收量에 접근되어 간다고 본다. 이같은 모양의 函數式은 이미 Gompertz 曲線 또는 Logistic Curve 로 알려져 있다. <그림 3>에서 點 A 까지는 指數函數 형태를 보이다가 點 A 를 넘어서면 作物의 收量增加를 높이기 위하여 보다 많은 技術과 資本을 요구하게 되고, 그 收量의 增加는 둔화되고 최종적으로 理論收量에 접근하리라는 假說이다.

## II. 벼의 栽培面積, 單位收量 및 總生産量 推移

과거 22년간 農家水準에 있어서 우리 나라 벼의 栽培面積 10a 당 收量 및 總生産量의 變化를 4개년 移動平均하여 그 成長率을 살펴본 결과 <表 1>과 같은 결과를 얻었다.

우리 나라 全體 耕地面積 2,196천ha 중 59.5% (1980년 기준)를 차지하고 있는 畝面積은 과거 20년 동안 꾸준한 耕地面積 擴大政策에도 불구하고 그 增加趨勢는 1% 미만에 그치고 있다. 그러나, 10a 당 收量과 總生産量은 新品種의 開發과 이의 擴大普及으로 꾸준한 成長을 보이고 있으며 특히 1972년 이후 統一벼 普及 이래 10a 당 收量과 總生産量은 1975년까지는 3% 이상, 그리고 1976년에서 1979년까지는 7% 이상으로

表 1 年度別 벼 平均 栽培面積, 收量 및 總生産量의 變化  
單位 面積 千ha  
生産量 千kg

年 度	栽培面積	收 量	總生産量
1960—1963	1,130( — )	294( — )	3,316( — )
1967	1,196( 1.45)	311( 1.45)	3,772( 2,98)
1971	1,171(-0.50)	322( 0.80)	3,776( 0.43)
1975	1,183( 0.25)	362( 3.10)	4,291( 3.43)
1979	1,212( 0.60)	464( 7.05)	5,622( 7.73)
1982	1,206(-0.50)	427(-7.97)	5,119(-9.59)

\* ( )는 各 期間別 成長率(%).

資料: 農水産部 農林統計年報.

팔목할 만한 成長率을 보이고 있다.

그러나 1979년 新品種에도 새로이 생겨난 稻熱病과 1980년의 冷害, 이로 인한 統一系 品種의 栽培面積 감소는 全國 平均 쌀 收量을 감소시키는 原因이 되었다고 보여진다. 더우기 消費者의 一般米에 대한 지나친 選好傾向과 이에 따른 市場에서의 쌀값 差異는 統一系 品種의 栽培面積 擴大를 저해하는 要因이 되고 있다.

統一벼의 普及은 사실상 만성적으로 부족했던 우리의 食糧事情을 어느 정도 好轉시켜 왔다. 그러나 이들 統一系 新品種은 一般系 獎勵 品種에 비하여 多肥性, 廣域性, 短稈多收性, 耐病性 등에 많은 長點을 갖는 반면, 米質이 떨어지고, 冷害에 약하여 氣象變化에 대처하기 어렵고, 脫粒이 잘 된다는 문제점 등이 지적되어 왔다. 育種研究陣들이 그동안 米質과 脫粒性 등을 상당히 개량하였는데도 農家에서 그 栽培가 好意的인 反應이 아닌 것은 아직도 米質과 市場에서의 價格差異 때문인 것으로 생각된다. 강력한 행정 지도에 의해 新品種을 심도록 권장한 1978년의 경우 統一系品種의 栽培面積 比率이 76%나 되던 것이 농민에게 자율적으로 品種을 선택하여 심도록 한 1981년의 경우 이 比率은 26%에 불과했던 것이다.

<表 2>는 1962년부터 우리 나라 4대 輸入穀物인 쌀, 밀, 옥수수, 콩의 導入實績이다. 1977~78년 2년 동안만 쌀의 導入이 중단되었다가 1979년부터는 계속하여 수입함으로써 다시 美國의 5대 農産物 交易國 중의 하나가 되었다.

위의 네 가지 穀物의 輸入量은 해마다 늘어나서 1962년 394.8천kg이었던 輸入量이 1981년에는 18.3배인 7,244천kg에 이르고 있다. 특히 畜産業의 發展으로 飼料穀인 옥수수의 導入이 급격하게 신장되고 있음을 알 수 있다.

表 2 주요 糧穀 導入實績, 1962~89

單位: 千噸

年度	合計 <sup>1)</sup>	쌀	밀	옥수수	콩
1962	394.8 (90.8)	— (101.6)	377.1 (27.7)	1.5 (30.8)	16.2 (91.2)
1965	441.0 (93.9)	— (100.7)	441.0 (27.0)	— (36.1)	— (100)
1968	1,256.2 (81.3)	216.2 (94.3)	917.2 (15.7)	105.4 (38.0)	17.4 (90.1)
1971	2,842.8 (71.2)	907.4 (82.5)	1,491.5 (11.8)	383.3 (18.6)	60.6 (82.6)
1974	2,432.6 (70.3)	205.8 (90.8)	1,591.5 (4.9)	568.9 (10.3)	66.4 (84.5)
1975	2,793.0 (73.0)	481.0 (94.6)	1,703.0 (5.7)	548.0 (8.3)	61.0 (85.8)
1976	2,841.0 (74.1)	167.7 (100.5)	1,814.3 (4.5)	859.0 (6.7)	119.0 (74.4)
1977	3,388.2 (65.1)	— (103.4)	1,927.2 (2.3)	1,312.6 (6.2)	148.4 (67.5)
1978	3,601.0 (72.6)	— (103.8)	1,587.0 (2.1)	1,791.0 (6.0)	223.0 (59.3)
1979	5,457.0 (59.8)	502.0 (85.7)	1,652.0 (2.4)	2,881.0 (3.4)	422.0 (43.4)
1980	5,041.0 (54.3)	580.0 (88.8)	1,810.0 (4.8)	2,234.0 (5.9)	417.0 (35.1)
1981	7,244.0 (43.2)	2,245.0 (66.2)	2,095.0 (2.7)	2,355.0 (6.1)	529.0 (29.7)

註: ( )는 作物別 年度別 自給率임.

1)은 年度別 全體食糧自給率임.

資料: 農水產部 食糧局.

食糧의 年度別 全體 自給率은 1960년대에는 90% 이상이었던 것이 70년대에는 70%로, 80년대에는 더욱 내려가 1980, 81년의 自給率은 각각 54.3%, 43.2%에 불과한 것이다. 비록 1980년에 冷害의 큰 피해를 입은 것이 원인이었다 하더라도 다른 穀物의 수입 증가로 自給率은 더욱 내려갈 可能性이었다. 특히 밀과 옥수수는 近年에 이르러 5% 미만의 自給率에 그치고 있으며, 콩은 60년대에는 90% 이상, 70년대에서는 70% 이상 자급할 수 있었으나 80년에 이르러서는 겨우 25~30% 선으로 떨어지고 있어 자급하기 어려운 作物이 되었다.

이와 같이 自給率이 저하되고 있는 主要原因은 우리 所得水準이 높아짐에 따라 보리의 消費가 크게 떨어지고 畜產物 生産을 위한 飼料穀의 導入이 크게 증가하였기 때문이다. 콩의 輸入이 이처럼 증가한 것은 國內 油脂의 資源이 부족한

데다 착유와 두부, 콩나물 등 內需用的 消費가 크게 늘어났기 때문으로 생각된다.

우리의 單位面積當 米穀收量은 국제적으로 最上位圈에 속해 있으므로 현재의 수준에서 좀더 받들움하기 위하여서는 보다 많은 資本의 投下와 우수한 栽培技術이 요구될 것이다.

어느 한 가지 단순한 技術의 普及이 아니라 米穀增產을 위해서는 종합적이고 전반적인 水準에서 처방되어야 한다. 즉 耕地整理, 地力增進을 위한 農土培養事業, 水利安全番 比率의 확대, 省力栽培를 위한 農機械의 보급, 그리고 優良品種의 普及擴大 등 상당한 投資를 요하는 部門들이고 政策意志의 配慮가 요구되는 것이다.

### Ⅲ. 育種面에서 본 쌀 收量의 推移와 展望

1970년 水原에 勸業模範試驗場이 세워지기 전에는 收量이 낮은 在來種이 심겨졌고 試驗場의 設立 이래 처음에는 日本에서 육성된 品種을 들여다가 보급하였다. 1910년 日本이 大韓帝國을 강제 併合하고 1940년 이전까지는 日本에서 육성된 벼品種들이 계속 農家에 보급되었으며, 1940년 이후에는 國內에서 육성된 벼 品種들이 수용되기 시작하였다<그림 4 참조>.

벼 品種도 人間事의 興亡盛衰와 같이 그 普及面積 比率이 계속 증가하다가 그 品種의 能力이 쇠퇴하면 面積比率도 감소하고 나중에는 소멸되고 있다<그림 5 참조>.

1970년 이전까지는 한 가지 品種이 20~30년 간이나 지속되었으나 統一벼 品種의 普及 이래 벼品種의 一生은 5~6년으로 단축되었다. 이는 試驗場에서 한 가지 品種을 육성해 내기 위해

그림 4 年代別 米 品種 普及面積의 變遷

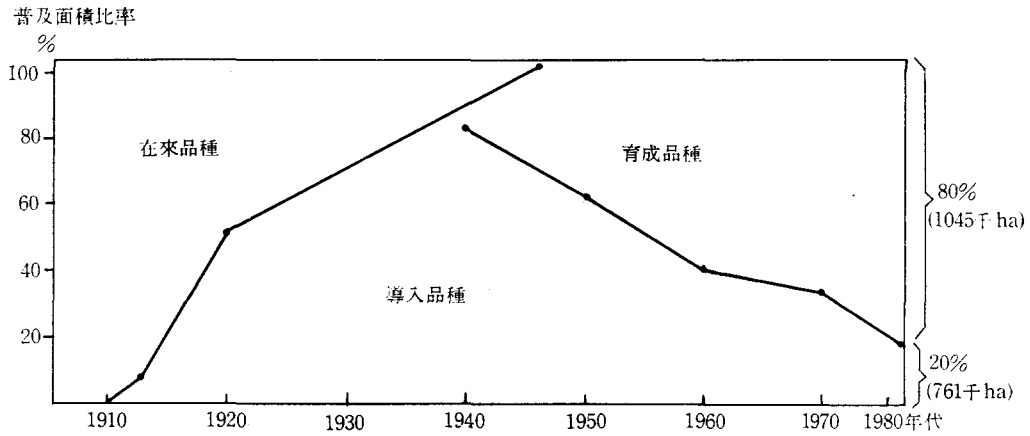
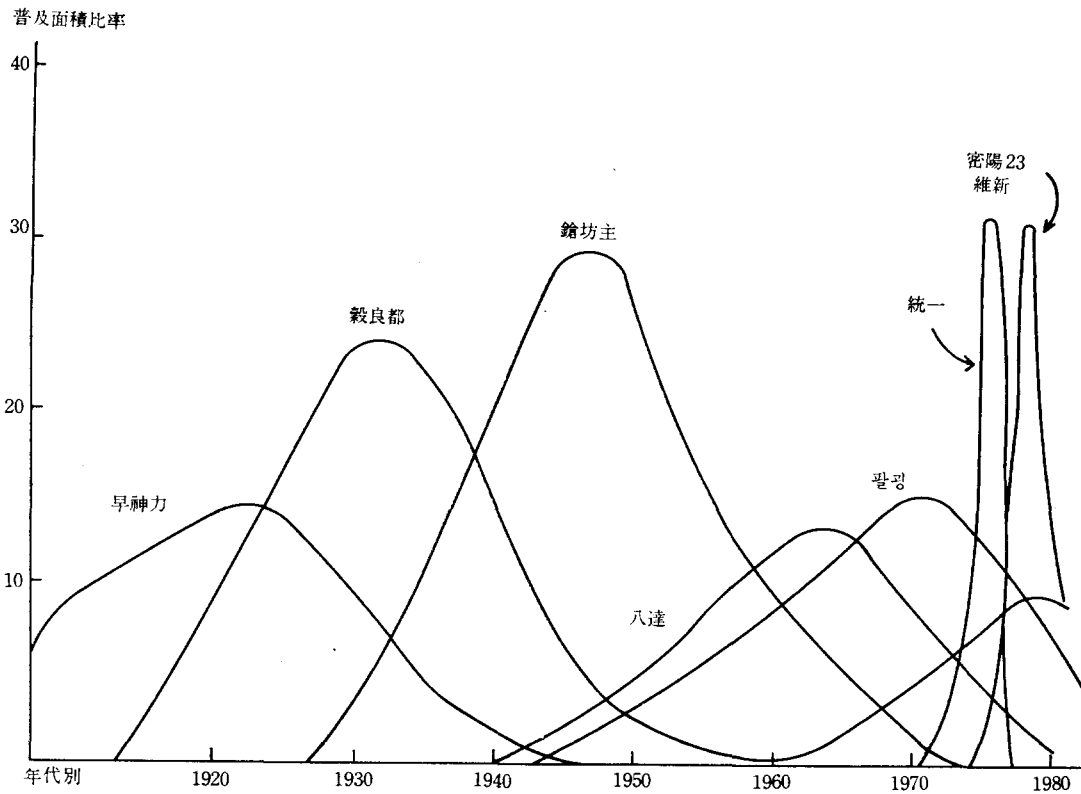


그림 5 年代別 主要 米 品種의 普及率 變遷



15년씩 걸리던 것이 1970년 人工氣象室, 世代短縮溫室, 그로우스 챔버 (growth chamber) 등 施設이 보완되면서 育成期間을 大폭 단축시켰을 뿐 아니라 種子增殖 過程에서도 國際米作研究所(IR

RI)의 協助로 우리 나라 겨울 동안 필리핀에서 벼씨를 대량 증식하여 貨物航空機로 운반하여 오고 있는 것이다. 이와 같이 品種의 育成期間을 단축시키기 위해 國際間을 오가며 大量增殖

表 3 우리 나라 벼品種變遷과 收量變化, 1900~82

단위 : 쌀 kg/10a

年 度	代表品種	育成地	收 量	指 數 (기준 1900)	其他獎勵品種
1900	趙 同 和	在 來 種	237	100	大邱組, 米租
1910	早 神 力	日 本	310	131	穀良都, 京都旭
1920	多 摩 錦	日 本	320	135	龜尾, 日出, 石白
1930	銀 坊 主	日 本	360	152	雄町, 陸羽 132호
1940	갈 弓	國 內 育 成	406	172	八達, 鮮瑞, 倍達
1950	豐 玉	〃	420	177	水成, 八起, 南豐
1960	八 振 錦	〃	467	197	關玉, 農白, 豐光
1970	振 興	〃	506	214	萬頃, 密城, 아끼마레
1972	統 一	〃	513	216	密城, 萬頃
1976	密 陽 23	〃	530	223	밀양 23호, 維新
1980	署 光	〃	543	229	靑靑벼, 眞珠, 冠岳

資料 : 農村振興廳, 作物試驗場.

表 4 年代別 主要栽培法과 肥料 施肥量의 變遷

年 代	主 要 栽 培 法					本畝施肥種類 및 成分量(量 kg/10a)*			
	못 자 리 종류	播 種 期 (月, 日)	移 秧 期 (月, 日)	栽 植 距 離 (cm)	포기 당 苗 數 (本)	질 소	인 산	가 리	堆 肥
1920	물 못 자 리	5. 1	6. 15	25. 8×25. 8 (50주/평)	8	더두박 (3)	과 석 (4)	나 못 재 (2)	500
1930	물 못 자 리	5. 1	6. 10	25. 8×227 (56주)	7	유 안 (4)	과 석 (5)	황산가리 (3)	750
1940~50	물 못 자 리	5. 1	6. 10	30×15 (73주)	5	유 안 (5)	과 석 (5)	황산가리 (3)	750
1960	물 못 자 리	5. 1	6. 10	30×15 (73주)	5	요 소 (8)	중과석 (5)	염 가 (6)	1,000
1970~80	보은전층 못자리	4. 15	5. 25	30×15 (73주)	3	요 소 (15)	용과린 (9)	염 가 (11)	1,000

\* ( )는 肥料成分施肥量인.  
資料 : 農村振興廳, 作物試驗場.

한 예는 世界의 作物育種史上 희귀한 일일 것이다. <表 3>에서 보는 바와 같이 1900년대에 10a 당 收量은 237kg이었던 것이 1980년에는 署光벼에서 543kg 으로서 1900년을 100으로 놓고 볼 때 80년간 2.3배에 가까운 收量增加를 이루었다.

<表 4>는 1920년부터 1980년까지 주요 栽培法과 肥料種類 및 施肥量의 變遷을 보이고 있다. 40여년간 유행하던 물못자리는 透光性이 좋은 폴리에틸렌이 개발됨에 따라 保温折衷 못자리로 바뀌어졌으며 파종기는 2주 이상, 모내기는 3주 정도 빨라졌다. 坪當株數도 1920년대에는 평당 50주였고, 포기당 苗數로 8개씩 심었으나 1980년에 이르러는 평당 평균 73株이고 포기당 3개씩 심는 것이 권장된다. 本畝의 施肥에 있어서

도 種類와 施肥量에 있어서 크게 변화되었다. 窒素質 肥料은 처음 大豆粕에서 尿素로, 인산질 비료는 過石에서 熔過磷으로, 加里質肥料은 나 못재에서 鹽化加里로 변천되었다. 堆肥 외에도 이제는 硅酸質을 土壤改良劑로 사용하도록(10a 당 300kg) 권장되고 있는 것이다.

이상과 같이 收量의 增加는 栽培法의 改善, 施肥, 品種改良, 農藥 등의 技術改善으로 인한 것이다. 여러 가지 복합적인 技術의 變數를 모두 計量化하기는 쉬운 일이 아니므로 收量增加를 時間의 代理變數(proxy variable)로 보고 直線函數式에 적용하면,

$$y = a + bt \dots \dots \dots (1)$$

$y$ : 10a當 쌀 收量  
 $t$ : 時間(年度)

$$5.43 - 2.37 = b^{80}$$

$$3.06 = b^{80}$$

이 되고 이 函數式을 微分했을 때 기울기  $b$  값은 時間에 따른 收量의 增加效果로 생각할 수 있을 것이다. 그러나 이와 같은 直線의 函數式보다는 오히려 장기적인 技術蓄積으로 인한 收量의 가속적인 增加를 보이는 指數函數가 時系列 收量 增加에 더 適用性을 갖는 것으로 보였다. 즉, 다음의 指數函數式으로 表現하였다.

兩邊에 常用對數를 취하면

$$\log 3.06 = 80 \log b$$

$$\therefore \log b = \frac{\log 3.06}{80} = 0.0060715 \text{가 된다.}$$

$$y = a + b^t \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = b^t \log b$$

$y$ (收量)를  $t$ (時間)에 대하여 微分한 값은 장기적으로 技術 및 資本의 蓄積으로 인한 技術改善과 要素投入 增加로 인한 技術改善係數라고 定義할 수 있을 것이다. 育種 면에서의 쌀 收量 증가 추세를 위의 지수함수 모형에 적용시켰을 때 技術改善係數의 계산은 다음과 같이 하였다.

우리가 알고자 하는 것은  $b$  값이므로 위의 얻어진  $\log b$  값에 대하여 逆對數를 취하면 우리가 구하고자 하는 技術改善係數를 찾아낼 수 있다. 다만, 여기서 收量의 概念을 100으로 나누어 100 kg 單位(quintal)로 나타내었을 뿐이다. 이와 같이 하여 산출된 推定式은

우선 基準年度 1900년의 10a當 收量이 237kg 으므로 위의 (2)式은

$$y = 2.37 + 1.0141^t \dots \dots \dots (4)$$

$$y = 2.37 + b^t \dots \dots \dots (3)$$

으로 놓고  $y$ 는 1980년의 收量 543kg,  $t$ 는 80이 되므로 위의 (3)式은 다음과 같이 변형될 수 있다.

으로서 이 式은 1980년의 收量 543kg를 통과하는 回歸式이 되고, 구하여진 技術改善係數 1.0141을 중심으로 上下 4段階로 0.0005를 가감하며 2,000년까지의 年度別 育種면에서의 豫測收量을 계산한 결과 <表 5>와 같다.

1980년도 543kg를 중심으로 技術改善係數의 크기에 따라 그 收量이 좌우되고 있다. 式(4)는 增加函數이므로 時間이 흐름에 따라 收量은 계속 增加되는 것으로 표현된다. 그러나 앞으로 그 증가추세가 어떻게 변화하느냐의 문제는 育

表 5 水稻育種面에서의 技術改善係數를 달리한 收量推定, 1960~2000 (推定式  $y = 2.37 + 1.0141^t$ )

技術改善係數	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
1.0121	442	455	469	483	498	514	532	550	569
1.0126	448	462	477	492	509	526	545	565	586
1.0131	455	470	485	502	520	539	559	581	604
1.0136	461	477	494	512	531	552	574	597	626
1.0141	468	485	503	522	543	565	589	615	642
1.0146	475	493	512	533	555	579	605	633	663
1.0151	482	501	522	544	568	594	622	652	684
1.0156	490	510	532	556	581	609	639	672	707
1.0161	497	519	542	568	595	625	657	692	730

種事業에서 技術發展이 중요한 關鍵이라할 수 있다. 그러므로 <表 5>는 2000년까지의 水稻育種事業으로 인한 10a당 推定收量の 範圍를 表로 작성한 것이라 할 수 있다.

쌀은 우리의 主穀이고 가장 긴 育種事業의 歷史를 갖고 있다. 우리 나라 產業이 工業化됨에 따라 國民總生産 중 農業生産의 比重이 17.9% (1981)에 머물고 있다 하더라도 農業生産 중 米穀이 차지하는 比重은 50% 가까이 점유하고 있으므로 우리의 米穀爲主 食生活 類型이 바뀌지 않는 한 米穀의 重要性은 아무리 강조하더라도 지나치지 않을 것이다.

#### IV. 農家와 試驗場의 米穀 生産性 比較와 展望

作物의 生産量은 單位面積當 收量和 栽培面積의 函數關係에 있다고 볼 수 있다. 즉, 生産量은 平均收量を 栽培面積으로 곱한 값이다. 여기에서 單位面積의 收量은 短期的인 많은 要因들에 의하여 영향받는 반면 栽培面積은 보다 長期的인 要因에 의하여 영향받는 것으로 생각된다. 이를 函數式으로 표현하여 보면,

$$p = y \cdot A$$

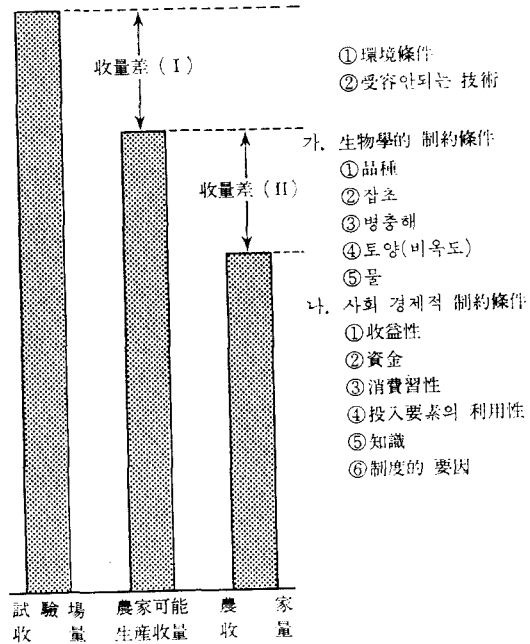
$$y = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \times i + u_y \quad (i=1 \dots \dots n)$$

$$A = b_0 + \sum_{j=1}^n b_j \times j + u_a \quad (j=1 \dots \dots n)$$

$$P = (a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \times i + u_y) \cdot (b_0 + \sum_{j=1}^n b_j \times j + u_a)$$

$p$ =生産量,  $y$ =單位面積當 平均收量  
 $A$ =栽培面積,  $a_0, b_0$ =函數式的 切片  
 $a_i, b_i$ =편회계수  
 $x_i, x_j$ =收量和 栽培面積에 영향을 주는 要因  
 $u_y, u_a$ =各函數의 오차항

그림 6 試驗場과 農家 사이에 收量の 차이를 나타내게 하는 假設의 模型



作物生産량과 栽培面積에 영향을 주는 要因을 概念의으로 크게 나누면 다음 네 가지로 구분된다.

- (1) 環境的 要因: 氣候(溫度, 降雨量, 日照量)  
 土壤, 位置, 病虫害
- (2) 經濟的 要因: 生産物價格, 市場性, 生産要素의 利用性
- (3) 技術的 要因: 品種, 栽培法(施肥, 農藥, 물 관리, 栽植密度 등)
- (4) 制度的 要因: 政府施策, 法令

일반적으로 試驗場과 農家間에는 상당한 收量 差異가 있다. 그렇다면 試驗場과 農家間에 쌀 收量 差異를 내는 原因은 무엇인가? <그림 6>에서 보는 바와 같이 收量差는 두 부분으로 나누어지고 있다.

첫째, 收量差는 試驗場의 栽培技術이 農家에 供給될 수 없는 부분이 있기 때문에 일어나는 差異이다. 한 예로서 試驗場에서는 收量を 높이



表 6 試驗場과 農家の 米穀生産性 比較

單位: kg/10a

年 度	農家收量 (A)	地方適應連絡試驗		(B/A) ×100	(C/A) ×100
		普肥栽培 (B)	多肥栽培 (C)		
1960	273	356	405		
1961	307	389	412		
1962	266	359	368	130	140
1963	327	435	449		
1964	334	400	431		
1965	289	341	335	124	128
1966	323	392	384		
1967	297	412	417		
1968	281	413	417	135	135
1969	339	440	435		
1970	330	435	422		
1971	337	474	479	129	133
1972	334	507	532		
1973	358	514	538		
1974	371	520	546	145	152
1975	386	557	596		
1976	433	566	602		
1977	(494)	(592)	(616)		
1978	474	511	504	128	132
1979	453	536	547		
1980	(289)	(483)	(510)		
1981	416	576	621		
1982	438	565	590	128	135

註 1) A는 農林統計, B,C는 3個 作物試驗場과 各道振興院 試驗結果의 平均値

2) 1977年과 80年은 例外的인 해로서 計算에서 除外 하 였음.

기 위해 網紗나 전기시설로 새와 쥐의 被害로부터 보호하는데 비해 농가 포장에서 이와 같은 시설을 하지는 않을 것이다.

둘째, 試驗場과 農家間의 收量差異를 내게 하는 原因은 크게 生物學的인 制約條件과 社會經濟的인 制約條件으로 나누어질 수 있을 것이다. 우선 生物學的인 條件으로 품종, 잡초와 병충해 방제, 비옥도, 물관리 등이 試驗場에 비해 農家間에 큰 變異가 있으므로 생기는 收量差異가 있으며, 그 品種의 收量性, 投入要素의 利用性, 營農資金, 消費習性, 栽培方法에 관한 知識, 기타 制度的인 要因에 의해 일어날 수 있는 社會經濟的인 要因이 있다.

일반적으로 收量差(I)은 農家에서 受容 안 되는 技術과 환경조건에 의한 差異이므로 우리의 研究對象이 되기는 어려우나 收量差(II)는 우리 研究對象으로 이들을 제거함으로써 試驗場과 農家間의 收量差를 좁힐 수 있다고 믿는다.

우리 나라에서 試驗場과 農家 平均收量의 差異는 東南아시아 여러 나라와 비교하여 그 差가 그리 큰 것은 아니다. 1960년부터 82년까지 23년간 農家와 試驗場 收量을 비교하여 보면 <表 6>과 같다. 地方適應連絡試驗이란 試驗場에서 品種이 개발되고 이들을 農家에 보급하기 위한 事前의 檢定으로서 作物試驗場을 비롯하여 嶺南 및 湖南作物試驗場과 각도 農村振興院 試驗局에서 普肥 및 多肥栽培의 두 가지로 試驗栽培되고 있다. 과거 23년간의 資料를 검토하여 보면 農家와 試驗場間에는 普肥栽培에서 약 31%, 多肥栽培에서는 36% 정도의 收量差가 있는 것으로 판단되었다. 1970년대초의 경우 45~52%의 큰 差가 있는 것은 多收穫品種의 開發은 되었으나 아직 農家에는 보급되지 않았기 때문이다.

本稿에서는 收量(y)은 技術發展의 函數라고

보고 時間(t)을 그 代理變數로 하여 5에서 10까지 6개의 基本模型函數로 하고  $y_{t-1}$ 을 추가하여 時差模型(lagged model)을 고려하였다. 이들 模型의 종속變수에 다시 常用代數를 취하여 모두 18개 函數를 計算하였다.

$$y = a + bt \dots \dots \dots (5)$$

$$y = a + b\sqrt{t} \dots \dots \dots (6)$$

$$y = a + b\frac{1}{t} \dots \dots \dots (7)$$

$$y = a + bt + ct^2 \dots \dots \dots (8)$$

$$y = a + bt + c\frac{1}{t} \dots \dots \dots (9)$$

$$y = a + b\sqrt{t} + c\frac{1}{t} \dots \dots \dots (10)$$

$$y = \frac{r}{1 + e^{a+bt}} \dots \dots \dots (11)$$

表 7 函數式的 計算結果와 單位收量 豫測

單位 : kg/10a

函數模型	回 歸 係 數 <sup>b</sup>			R <sup>2</sup>	豫 測 年 度 收 量 <sup>2)</sup>			
	a	b	c		1986	1991	1996	2000
農家								
$y = a + b\sqrt{t} + c\frac{1}{t}$	96,080	75,008 (5,302)	127,902 (1,976)	0.717	485	520	552	570
$y = \frac{\gamma}{1 + e^{a+bt}}$ ( $\gamma=550$ )	0.1381	0.0747 (7,395)	—	0.861	462	486	504	515
專門家의 豫見收量	—	—	—	—	462 (498)	493 (636)	526 (578)	554 (614)
試驗場(普肥)								
$y = a + b\sqrt{t} + c\frac{1}{t}$	105,086	82,326	107,891	0.786	515	568	595	622
$y = \frac{\gamma}{1 + e^{a+bt}}$ ( $\gamma=650$ )	0.0425	0.0933 (10,847)	—	0.928	587	611	625	633
專門家의 豫見收量	—	—	—	—	523 (581)	564 (626)	608 (675)	645 (717)

1) ( )는 t값임.  
2) ( )는 樂觀的인 展望일 때의 農家와 試驗場 收量임.

끝으로 1971년 이후 統一벼 普及 이래 1977~78년까지는 계속 單位收量이 증가하다가 1979년부터는 統一벼 新品種에도 새로운 레이스(race)의 稻熱病이 생기고 冷害와 같은 氣象變異로 米穀의 單位收量 增加는 둔화되고 있다. 앞으로 2000년까지는 여러 가지 原因에 의한 氣象變異가 있을 것이라고 氣象學者들은 말하고 있다. 또한 單位收量의 提高를 위하여는 상당히 많은 投資를 요하는 部門이 많으므로 1990년대까지는 農家 平均 米穀收量 增加는 둔화되리라고 가정하여 成長曲線(logistic curve)을 계산하였다. 同模型에서  $\gamma$ (감마)의 값은 農家에서 500~600kg, 試驗場에서는 550~700kg 까지 段階的으로 계산하여 가장 決定係數(R<sup>2</sup>) 값이 높은 것을 택하였다.

上記한 18개의 函數와 成長曲線 模型을 계산하고 決定係數와 回歸係數의 有意性을 검토하여 가장 適用性을 갖는다고 생각되는 函數를 찾아내었다. <表 7>은 農家와 試驗場에서의 成績을 근거로 계산하고 豫測年度의 收量을 추정한 것이다.

이들 豫測收量은 모두 과거의 增加 추세를 근거로 한 것이므로 앞으로 반드시 이와 같은 收量을 올린다는 保障은 없는 것이다. 그러나 과거의 實績은 장래를 예측하는 데 있어서 좋은 資料가 될 수 있다고 믿어진다. 다만 豫測年度가 멀어질수록 正確性은 거리가 있을 것이라고 생각되는 것이다.

지금 農家의 2000년까지 豫測收量에 있어서 平方根 函數가 가장 높고, 다음으로 試驗場에서 專門家가 보는 豫見收量, 끝으로 成長曲線에서의 豫見收量이 가장 낮아 1991년 10a 당 486kg 을 보여주고 있다. 우리 나라 米穀收量은 이미 국제적으로 最上位圈에 속해 있으므로 현재의 平均收量에서 500kg를 넘어서게 하기 위하여는 耕地整理, 灌排水施設, 土壤改良, 農作業의 省力化 등 많은 投資가 필요할 것이다.

## V. 結論 및 要約

工業의 發展에 따른 工場과 住宅의 建築으로

인한 農耕地의 蠶食, 土地의 外延的 擴大의 한계성, 꾸준한 人口의 增加, 농촌 勞動力의 老齡化와 婦女 勞働에 의한 營農 등 農業生産力 向上을 저해하는 요인들이 많이 존재하고 있다. 그럼에도 우리는 主穀의 自給을 숙명적으로 해결해야 할 어려운 과제를 안고 있는 것이다. 지금까지 과거 22년간의 米穀收量, 栽培面積, 總生産量에 대한 推移를 분석하고 試驗場에서 品種改良의 變遷을 검토하였다. 또한 農家水準과 地方適應連絡 試驗成績의 時系列 資料를 이용하여 몇 가지 函數式에 적용, 回歸分析을 시도하였으며 2000년까지의 豫測收量을 계산하여 보았다.

水稻의 育種 면에서 技術改善係數는 1.0141로 계산되었고 이 技術改善係數를 중심으로 上下 4段階의 係數(0.0005씩 增加시키거나 또는 減少)를 推定式에 적용하여 2000년까지의 育種 면에서의 收量을 추정하였다. 指數函數는 언제나 時間(技術變化의 代理變數)의 增加函數로 표현되었으므로 單位收量의 增加단을 보이고 있다.

21년간의 農家와 試驗場의 地方適應連絶試驗成績을 근거로 여러 가지 函數模型에 적용시켜 본 결과 平方根 函數와 成長曲線 函數式에 비교적 좋은 適用性을 보였다. 農家와 試驗場의 收量差異는 25~35% 정도로 추정되며 豫測年度의 농가평균 收量은 成長曲線에서 가장 낮고 平方根 函數模型에서 제일 높았다.

국민소득이 향상됨에 따라 高級食品의 需要增加 특히 畜産物의 소비증가는 크게 높아질 것으로 전망되고 있다. 그러나 飼料資源의 부족으로 막대한 量의 옥수수, 밀, 콩의 導入이 급격하게 증대하는 것으로 보아 糧穀의 전체 自給率은 앞으로 계속 떨어질 可能性이 짙다. 이를 사전에 극복하기 위해서는 國民生活, 國家經濟 發展에 기본이 되는 主穀의 自給率을 완전하게 실현하

는 것이 무엇보다도 중요한 實踐課題임에 틀림없다. 쌀의 增産을 위하여 生産性 提高를 위한 技術資源의 投資도 중요하지만 보다 중요한 것은 農民의 生産意慾을 고취시키기 위한 價格保障策이라고 여겨진다. 적어도 生産費가 보장되지 않는 한 새로운 農業技術의 受容은 農民에게 반갑게 받아들여지지 않을 것이다.

前述한 바와 같이 우리의 米穀生産技術은 世界的인 水準이므로 많은 費用을 필요로 하더라도 耕地의 기반조성으로 米穀增産의 환경요인을 개선해야 할 것이며, 多收性品種 育성, 施肥, 물관리, 病虫害 防除, 省力機械化, 作付體系 등 增産을 위한 일련의 부단한 노력이 요구된다고 하겠다.

현재 쌀의 주요 증산기술은 交雜育種에 의한 品種改良, 무기질 비료의 施肥, 農藥에 의한 병충해 방제 등이었으나 앞으로 耕土培養, 물관리의 자유화, 施肥技術 그리고 光利用, 受光態勢가 좋은 草型 품종의 育成, 더 나아가 유전공학을 이용한 品種育成으로 光에너지의 흡수능력과 轉換率의 증대, 生長調節劑의 개발이용 등으로 收量의 增大는 가능할 것으로 보인다.

그러나 前述한 바와 같이 우리 食生活이 지나치게 米穀에 편중되어 있으므로 쌀밥을 먹어야만 食事を 한 것으로 생각하는 思考方式을 고쳐나가야 하며, 쇠고기의 지나친 選好傾向, 배추와 무우에 편중된 食生活 類型의 改善을 정책적인 안목에서 장기적으로 펴 나가야 할 것이다.

#### 參 考 文 獻

- 朱龍宰, 劉南植, 「食糧需給에 관한 研究」, 韓國農村經濟研究院, 研究報告, 1980.  
朱龍宰, 劉南植, 李英基, 「綜合食品 需給에 관한 研究」, 韓國農村經濟研究院, 研究報告 32, 1981.

- 李弘柝, 曹章煥, 李鍾薰 等, 「2000年代의 食糧需要와 生産展望」, 1981. 韓國農業科學協會, p. 29-47.
- 朴聖炫, 「回歸分析」, 大英社, 1981.
- 韓國農村經濟研究院, 「轉換期의 韓國農業」, 1979.
- 近勝康男, 「食糧自給—可能性に 問題點」, 御茶水書, 1967.
- 農水產部, 「農林統計年報」, 1961~1981.
- , 「農林水產部門計劃」, 1982~1986.
- 朱龍宰 등, 「長期食糧需給에 관한 研究」, 韓國農村經濟研究院, 1982.
- Te Tsui Schang, *Long-term Projections of Supply, Demand and Trade for Selected Agricultural Products in Taiwan*, The Research Institute of Agricultural Economics, College of Agriculture, National Taiwan Uni. Taipei, Republic of China, 1970.
- USDA, *Prospects for Productivity Growth in U.S. Agriculture*, 1979.
- , *Agricultural Productivity: Expanding the Limits*, 1979.
- Royal Institute of Agricultural Science, *Demand and Supply Projections of Livestock Products in Denmark*, 1965.
- Kmenta, Jan, *Elements of Econometrics*, Macmillan, 1971.
- Gujarati, Demodar, *Basic Econometrics*, Mac-Graw Hill, 1978.
- IRRI, *Principles and Practices of Rice Production*, Los Bonos, Philippines, 1981.
- Bernard Oury, *A Production Model for Wheat and Feedgrains in France (1946~1961)*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1966.
- Herd, R. W., *Projecting the Asian Rice Situation: Policy Framework*, Proceeding of Rice Policy Workshop in Southeast Asia, held in Jakarta August, 1982.