

# 熱帶農業의 研究動向

朴 永 大 博 士  
( 農 村 振 興 廳 熱 帶 農 業 擔 當 官 )

## 1. 머리 말

熱帶地域은 太陽熱과 日射量이 豊富하여 植物生育에 대단히 好適하나 病害蟲의 多發, 척박한 土壤, 乾期의 물부족 등 여러가지의 어려움이 있는 곳이다. 降雨量이 많은 곳은 年間 3,000 mm 以上인 地域도 있어 熱帶는 물부족에 대한 念慮가 없다고 생각하는 경우가 많으나 그렇지도 않다. 熱帶에는 비가 오는 雨期와 비가 거의 오지 않는 乾期의 두 季節이 있는 地域이 의외로 많다. 例를 들면 1,500 ~ 2,000 mm의 비가 雨期에만 내리고 乾期에는 비가 내리지 않아 물부족으로 半年이상 農事를 짓지 못하는 地域도 있고 설사 農事를 짓더라도 收量은 아주 낮다.

오늘날 熱帶農業에 대한 認識이 國際적으로 增加하고 있는 가운데 우리나라에서도 熱帶農業에 關한 關心이 날로 增加하고 있다. 本稿에서는 熱帶地域의 作物生産성과 이에 대한 研究動向을 省察하고자 한다.

## 2. 作物의 生育過程과 生産性

作物은 播種되면 發芽하여 生育을 시작하며 時間의 經過와 더불어 營養器官인 葉, 莖, 根의 重量이 增加하며 일정한 生育時期에 달하면 收穫部位인 子實이나 果實 등의 生殖器官이나 塊莖 또는 塊根 등의 特殊한 營養器官의 成長이 시작하고 이들의 重量이 增加하면서 점차 收穫期를 맞이한다.

作物의 收量은 生育期間중의 全乾物 生産량과 그중의 收穫部位의 重量比率( 收穫指數)로 결정된다. 作物의 收量은 品種, 栽培法, 氣象條件 등 여러 要因에 따라 差가 많으며 이와

같은 要因들이 理想에 가까운 狀態에 도달하면 대단히 높은 收量을 얻을 수 있다. 그러나 作物의 乾物生産量은 光合成의 所産이며 光合成 에너지源인 日射量에는 限界가 있으므로 收量의 上昇에도 限界가 있다. 이런 意味에서 어떤 作物의 限界收量을 그 作物의 生産性이라고 한다.

優良品種과 最善의 栽培法으로 作物을 栽培하면 收量은 太陽에너지에 支配되므로 各 作物의 生産性を 파악한다는 것은 어려우나 各 作物에 대한 世界平均 收量과 平均收量이 世界에서 最高國의 收量을 比較하여 보면 <表1>과 같다.

<表1> 農作物의 世界平均 收量 및 最高 收量國의 收量 ( '76~'78平均 )<sup>(4)</sup> ( t/ha )

| 作物   | 世界平均<br>收量 (a) | 最高 收量 國 |         | (a) / (b) |
|------|----------------|---------|---------|-----------|
|      |                | 收量 (b)  | 國 名     |           |
| 벼    | 2.54           | 6.96    | 가 - 봉   | 0.36      |
| 밀    | 1.78           | 5.73    | 네 델 란 드 | 0.31      |
| 옥수수  | 2.98           | 7.44    | 뉴질랜드    | 0.40      |
| 수수   | 1.30           | 4.79    | 스 페 인   | 0.27      |
| 사탕수수 | 55.30          | 153.4   | 페 루     | 0.36      |
| 감자   | 14.5           | 34.4    | 네 델 란 드 | 0.42      |
| 고구마  | 8.4            | 23.9    | 수 단     | 0.35      |
| 카사바  | 9.1            | 32.3    | 쿡크諸島    | 0.28      |
| 사탕무우 | 32.3           | 50.0    | 벨 기 에   | 0.65      |
| 대두   | 1.51           | 3.36    | 이 태 리   | 0.45      |
| 강낭콩  | 0.57           | 2.43    | 이 집 트   | 0.23      |
| 땅콩   | 0.98           | 3.79    | 말레이시아   | 0.26      |

※ 水分含量: 穀類 13.5%, 豆類 15.5%, 카사바, 사탕수수 65%,  
고구마 70%, 감자, 사탕무우 80%

世界平均 收量을 보면 사탕수수가 ha當 55.3톤으로 다른 作物보다 현저히 높다. 사탕수수의 收量은 보통 收穫된 稈의 新鮮物로 表示되고 있으므로 이것을 乾物로 換算하면 ha當 19톤이 되므로 역시 壓倒的인 高收量이다. 그러나 이것도 역시 乾物重이므로 이것을 다시 우리가 實際로 利用하는 糖收量으로 換算하면 ha當 6톤으로 역시 다른 作物의 收量보다 높다. 穀類 中에서는 밀과 수수의 收量이 옥수수나 벼보다 낮고 豆類의 收量은 穀類보다 더

낮다. 平均收量 最高國의 收量を 보면 世界平均 收量보다 높은 것은 당연하나 作物間의 收量差는 世界平均 收量의 경우와 같이 사탕수수의 收량이 높고 豆類의 收량은 낮다.

最高收量國의 收量에 대한 世界平均 收量의 比를 보면 사탕무우가 0.65로 가장 높고 수수, 카사바, 강남콩 등은 0.25 程度로 最高生産國의 收量에 比하여 世界平均 收량이 현저히 낮은 나라가 많다. 卽 사탕무우, 豆類, 감자, 옥수수 등의 比가 높은 것은 이들 作物의 生産이 先進國에 集中되어 있기 때문이며 水稻와 사탕수수가 比較的 높은 比를 보이는 것은 이들 作物이 灌溉로 栽培되는 比率이 많기 때문이다. 이에 比하여 강남콩, 땅콩, 수수 등은 주로 開發途上國에서 粗放栽培되기 때문에 世界最高 生産國의 收量에 比하여 世界平均 收량이 낮다.

이상과 같이 各 作物의 世界平均收량은 그 地域의 栽培環境이나 技術에 크게 영향받는 것으로서 이것으로 作物의 生産性を 比較하는 것은 不當하며 最高收量國의 平均收량은 生産制限要因이 相對的으로 적은 條件下에서 栽培된 收量으로서 作物의 生産성을 어느 程度까지는 反映하고 있다.

### 3. 作物의 生産性 比較

田中 明教授는 많은 文獻을 引用하여 各 作物의 最高收量を <表2>와 같이 提示하였다. 穀物에서는 옥수수가 ha當 22 톤으로 收량이 壓倒的으로 높고 다음이 水稻나 밀이고 수수의 收량은 아주 낮다. 사탕수수의 糖收량은 水稻나 밀보다 높다. 감자, 고구마, 카사바, 사탕무우 등의 收량은 一般穀物보다 높고 특히 카사바는 ha當 28 톤이라는 높은 收량을 내고 있다. 한편 豆類는 ha當 5~7 톤으로 穀物보다 收량이 낮다. 물론 이들 收량은 各 作物의 適地에서 最高의 技術에 의하여 얻어진 數值이며 이것은 이들 作物이 그 地域에서의 生産성을 나타내는 것으로 생각할 수 있다. 이 收量에서 옥수수와 사탕수수의 收량이 水稻나 밀에 比하여 월등히 높은 것은 이들 作物이 C<sub>4</sub> 植物이기 때문이라고 하나 같은 C<sub>4</sub> 植物인 수수의 收량이 높지 않은 점으로 보아 C<sub>4</sub> 植物의 生産성이 반드시 높은 것은 아니다. 作物의 收량은 生育時間의 平均 群落生長速度, 生育期間, 收穫指數 등의 3者의 積으로 이루어진다.

### 4. 熱帶地域의 作物生産量

熱帶地域의 主要 食糧作物의 하나인 水稻는 그의 發祥地가 熱帶의 몬슨·아시아이며 溫帶와 그의 熱帶에서 栽培되는 水稻는 여러 해를 걸쳐 人爲的 導入되었다.

〈表 2〉 作物의 最高 收量과 生産性 比較<sup>(4)</sup>

| 作物   | 最高記錄<br>(t/ha, 乾物) | 收量指數  | 生育日數 | 地域  |
|------|--------------------|-------|------|-----|
| 벼    | 14                 | —     | 190  | 亞熱帶 |
|      | 11                 | 0.50  | 125  | 熱帶  |
| 밀    | 12                 | —     | —    | 溫帶  |
|      | 8                  | 0.35  | 120  | 熱帶  |
| 옥수수  | 22                 | —     | —    | 溫帶  |
|      | 13                 | 0.50  | 130  | 亞熱帶 |
| 감자   | 20                 | —     | —    | 亞熱帶 |
|      | 18                 | 0.80  | 162  | 溫帶  |
| 수수   | 7                  | 0.50  | 80   | 熱帶  |
| 사탕수수 | 22                 | 0.35※ | 365  | 熱帶  |
| 고구마  | 17                 | 0.80  | 180  | 溫帶  |
| 카사바  | 28                 | 0.60  | 365  | 熱帶  |
| 사탕무  | 19                 | 0.45※ | 240  | 亞熱帶 |
| 대두   | 7                  | 0.45  | 120  | 溫帶  |
| 강남콩  | 5                  | 0.45  | 90   | 熱帶  |
| 땅콩   | 5                  | 0.40  | 140  | 溫帶  |

※ 糖收量

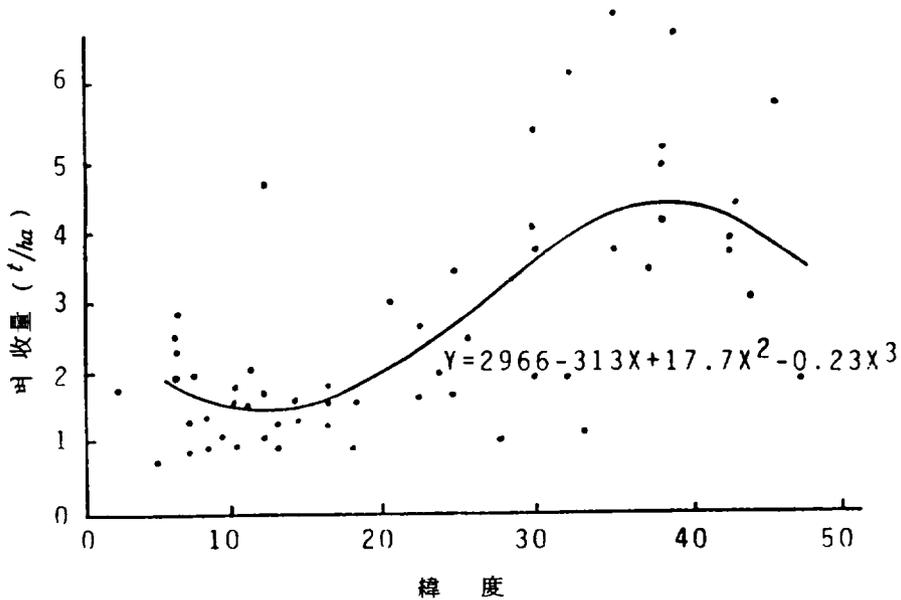
世界的으로 쌀은 生産量의 92%가 아시아에서 生産되며 世界人口의 1/3이 쌀을 主食으로 하고 있어 아시아는 쌀의 生産과 消費面에서 世界의 中心地이다.

벼의 單位面積當 收量은 〈表 3〉에서와 같이 호주, 스페인, 이태리 등의 國家가 높고 熱帶地域의 國家는 아주 낮다. 이와 같은 심한 收量差는 여러가지의 原因에 起因하겠으나 크게는 氣象條件, 品種, 栽培技術 등의 要因 때문이다. 벼의 收量과 緯度の 關係를 보면 [그림 1]과 같이 低緯度인 熱帶地域에서는 收量이 낮고 緯도가 높아짐에 따라 40度 程度까지는 收量이 增加하나 그 以上の 高緯度에서는 다시 低下된다.

이와 같이 熱帶地域의 收量이 낮은 原因을 技術的으로 해결할 수 있는지를 그후에 報告된 收量으로 檢討하면 〈表 4〉에서와 같이 아시아諸國에서 實施한 水稻栽培競作會의 最高收量은 熱帶地域에서도 놀라운 程度의 높은 收量을 얻을 수 있음을 보여주고 있고 또한 國際米作研究所의 試驗結果도 熱帶地域에서 ha當 雨期에는 6톤, 乾期에는 10톤을 生産할 수 있

<表 3> 世界各國의 벼 收量<sup>(3)</sup>

| 국 명       | 收 量 (t/ha)  |             |
|-----------|-------------|-------------|
|           | 1961 ~ 1962 | 1965 ~ 1966 |
| 호 주       | 6.13        | 6.14        |
| 스 페 인     | 6.36        | 5.93        |
| 이 태 리     | 5.68        | 4.02        |
| 아 람 聯 合   | 5.05        | 4.18        |
| 日 本       | 4.89        | 4.95        |
| 美 國       | 3.82        | 4.77        |
| 韓 國       | 4.15        | 3.85        |
| 臺 灣       | 3.20        | 3.78        |
| 말 레 이 시 아 | 2.61        | 2.71        |
| 베 트 남     | 1.93        | 1.84        |
| 버 마       | 1.59        | 1.66        |
| 인 도       | 1.54        | 1.31        |
| 태 국       | 1.45        | 1.61        |
| 필 리 핀     | 1.23        | 1.31        |
| 감 보 디 아   | 1.09        | 1.07        |
| 라 오 스     | 0.87        | 0.81        |



[그림 1] 水稻의 收量과 緯度와의 關係

〈表4〉 各國 水稻耕作會의 最高收量<sup>(3)</sup>

| 國 別   | 收量 (kg/ha) |
|-------|------------|
| 인 도   | 12,572     |
| 필 리 핀 | 12,500     |
| 日 本   | 11,936     |
| 臺 灣   | 8,725      |

음을 實證하였다.

熱帶諸國의 作物收量を 우리나라의 收量과 比較하면 〈表5〉에서와 같이 熱帶諸國의 收량이 현저히 낮다. 熱帶地域의 作物收량이 낮은 原因은 주로 灌溉施設의 부족과 肥料, 農藥의 使用量이 적을 뿐만 아니라 粗放農耕에 依存하기 때문이다.

〈表5〉 熱帶地域의 主要國別 農產物 生産量 (1986)<sup>(2)</sup>

| 地 域     | 國 名     | (kg/ha) |       |       |        |       |       |       |  |
|---------|---------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--|
|         |         | 밀       | 벼     | 옥수수   | 감 자    | 땅 콩   | 참깨    | 콩     |  |
| 아 시 아   | 필 리 핀   | -       | 2,694 | 1,145 | 11,231 | 879   | -     | 946   |  |
|         | 인 도     | 2,032   | 2,195 | 1,356 | 12,610 | 821   | 183   | 963   |  |
|         | 오 만     | 3,774   | -     | -     | 4,063  | -     | -     | -     |  |
|         | 사우디아라비아 | 3,540   | -     | 1,304 | 20,417 | -     | 836   | -     |  |
|         | 버 마     | 1,892   | 3,125 | 1,716 | 10,250 | 1,076 | 253   | 815   |  |
|         | 인도네시아   | -       | 3,979 | 1,893 | 11,667 | 1,552 | 293   | 1,027 |  |
| 라틴 아메리카 | 이 란     | 1,104   | 3,464 | 1,111 | 14,545 | 1,905 | 1,000 | 1,800 |  |
|         | 멕시코     | 3,957   | 3,456 | 1,783 | 13,380 | 1,375 | 466   | 1,523 |  |
|         | 온두라스    | 691     | 2,508 | 1,402 | 12,500 | 1,500 | 940   | -     |  |
|         | 과테말라    | 1,656   | 2,550 | 1,610 | 4,778  | 1,951 | 861   | 1,800 |  |
|         | 코스타리카   | -       | 3,122 | 1,691 | 14,889 | -     | 533   | 1,700 |  |
|         | 쿠바      | -       | 3,484 | 1,234 | 20,667 | 1,000 | -     | -     |  |
| 아프리카    | 엘살바도르   | -       | 3,848 | 1,519 | 19,444 | 1,000 | 875   | 1,493 |  |
|         | 니카라과    | -       | 3,386 | 1,250 | 15,270 | 1,667 | 672   | 1,299 |  |
|         | 가 나     | -       | 1,056 | 1,121 | -      | 1,096 | -     | -     |  |
|         | 케 나     | 1,929   | 2,455 | 1,896 | 9,000  | 708   | 364   | -     |  |
|         | 나이지리아   | 2,174   | 2,023 | 2,250 | 14,000 | 1,129 | 300   | 324   |  |
|         | 우간다     | 2,333   | 786   | 1,429 | 8,500  | 885   | 430   | 1,250 |  |
|         | 잠비아     | 3,333   | 1,000 | 1,891 | 9,375  | 600   | -     | 1,515 |  |
|         | 알제리아    | 932     | 3,478 | 1,667 | 7,083  | -     | -     | -     |  |
| 溫 帶 韓 國 | 카메룬     | -       | 4,913 | -     | 2,597  | 438   | 323   | -     |  |
|         | 모리타니아   | 1,000   | 3,478 | -     | -      | 783   | -     | -     |  |
|         | 소마리아    | 361     | 3,333 | 1,091 | -      | 875   | 292   | -     |  |
|         | 溫 帶 韓 國 | 2,500   | 6,303 | 4,708 | 20,214 | 2,113 | 546   | 1,487 |  |

※ 1986 FAO 統計

## 5. 國際農業研究協議會

멕시코政府和美國 록펠러財團은 1941년에 멕시코의 옥수수과 밀의 增産을 위한 “作物改良事業”을 共同으로 推進할 것을 協議하고 이 事業을 施行하였다. 이 事業의 效果로 멕시코는 35年間 계속되는 穀物收入을 1948년에 처음으로 중단하였다. 1967年 멕시코의 밀收量은 3倍로 增加하였고 멕시코의 밀品種은 世界 各國으로 널리 普及되었다.

멕시코의 “作物改良事業”의 큰 成果에 感銘받은 록펠러와 포오드의 財團은 1959년에 米穀增産을 위한 國際農業研究機構의 設立을 共同決議하고 1962년에 國際米作研究所(IRRI)를 필리핀에 設立하였다. 國際米作研究所는 1966년에 “기적의 水稻”로 알려진 IR8을 장려品種으로 내놓았고 이 品種은 아시아의 水稻作 地域에 普及되기 시작하여 1968년에는 年間 收穫額이 300萬\$에 달하였고 이때까지 國際米作研究所가 투입한 金額은 15萬\$에 불과하였다.

世界的으로 2,900萬ha에서 栽培되는 멕시코의 밀과 國際米作研究所에서 開發한 水稻品種의 利用으로 3億人口의 食糧이 生産되고 있다. 멕시코의 “作物改良事業”은 1966년에 록펠러와 포오드의 財團支援으로 國際農業研究機構인 國際 밀·옥수수研究所(Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT)로 改稱되었다.

이와같은 事業이 하나의 動機가 되어 現在 農業과 畜産에 關한 13個의 國際研究機構가 主로 熱帶地域에 設立되어 있고(그림 2) 이들 研究機構를 財政적으로 支援하기 위한 國際農業研究協議會(Consultative Group on International Agricultural Research, CGIAR)가 1971년에 創設되어 本部를 Washington, D.C.에 두고 있다. 이 協議會는 會員國(主로 先進國), 國際機構, 個人財團 등으로 構成되어 있고 우리나라도 가까운 장래에 이 協議會에 加入코자 하고 있다.

## 6. 熱帶農業의 研究動向

國際農業研究機構는 主로 熱帶地域에 設立되어 있고 이들 機構의 主要研究는 熱帶地域의 食糧增産이다. 이들 機構의 研究內容과 그간의 主要業績을 要約 紹介하면 다음과 같다.

### 가. 國際米作研究所(International Rice Research Institute, IRRI)

이 研究所는 록펠러財團과 포오드財團의 共同支援으로 1962년에 필리핀에 設立되었으며 世界最初の 國際農業研究機構이다.



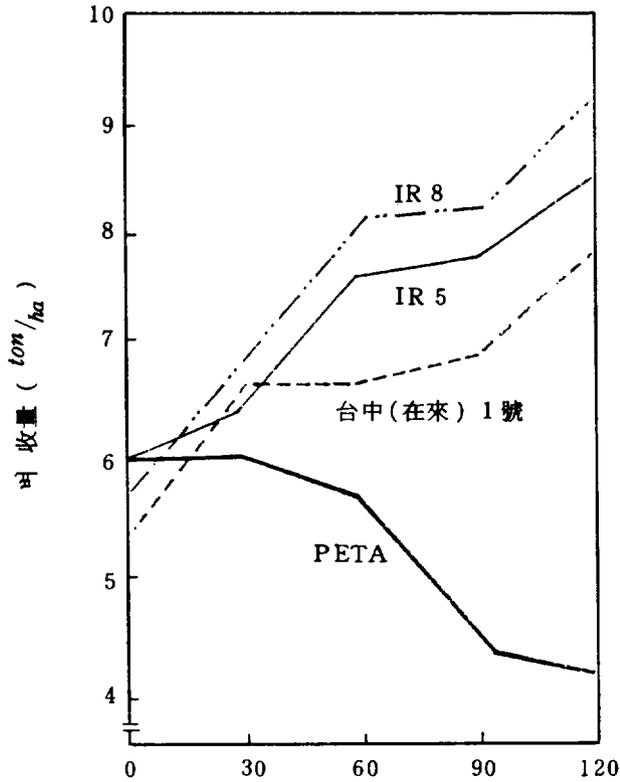
이 研究所의 創設 當時, 熱帶地域의 水稻收量은 溫帶地域의  $\frac{1}{3}$  程度에 불과하였고 水稻品種은 主로 草長이 길고 收量性이 낮은 在來種이었다. 이와 같은 在來種은 營養生長力이 強하여 雜草에 대한 競合力이 強하여지는 反面에 日光을 利用하는 面에서는 草型이 나빠진다. 이와 같은 品種에 充分한 肥料를 施用하면 잎이 過繁茂하여 下葉은 日光을 받지 못하여 養分을 貯藏하기보다는 呼吸으로 因한 損失이 많고 그 외에도 下位의 節間이 不必要하게 伸長하여 倒伏을 유발한다. 即 無肥와 無除草, 그리고 물 管理가 不充分한 條件下에서는 在來種과 같이 競合力이 強한 品種이 生存하며 이 特性에 의하여 不良한 環境條件下에서도 어느 程度의 收量을 얻게 된다. 그러나 이러한 品種은 高度의 栽培技術에 대한 適應性은 없다.

이 研究所의 研究팀은 1966年에 속칭 “기적의 水稻”라고 하는 IR 8을 장려品種으로 내놓았고 2年後에 IR 5, 그 後에 IR 20, IR 22 등을 장려品種으로 내놓았다. 그 외에도 植物病理나 昆蟲 및 土壤肥沃度 등 面에서도 水稻의 生産性 向上에 크게 貢獻하고 있다.

그러나 이러한 研究結果는 灌溉施設이 있고 肥料와 農藥을 充分히 使用할 수 있는 小數의 農民들에게만 活用할 수 있었다. 即 IR 8은 草長이 짧아 비가 많이 오는 東南亞나 인도 등에는 適合하지 않고 또 鹽類가 높은 土壤이나 旱魃地域에도 適合하지 않았다. IR 8은 Indica 型인 Peta와 Japonica 型인 低脚鳥尖의 交雜種(F<sub>4</sub>)이다. 이 品種은 短稈으로서 耐倒伏性이고 肥料反應이나 草型面에서도 多收性의 形質을 가진 品種이며 試驗段階에서도 ha당 雨期에는 6톤, 乾期에는 8톤 程度의 收量을 얻었고 東파키스탄에서는 10톤 이상의 收量을 얻은 農家도 있었다. IR 8의 窒素肥料反應과 收量性을 다른 水稻品種과 比較한 結果(그림 3) IR 8은 多量施肥로만 增收를 기할 수 있음을 알 수 있다.

그러나 IR 8이 나온 2年後에 IR 5를 내어 놓게 된 動機를 品種面에서 보면 대단히 興味가 있다. 國際米作研究所는 IR 8을 여러가지 要因에 대하여 適應性이 있는 品種으로 내놓았다. 이 品種은 西파키스탄에서 바이러스로 全滅하였고 인도에서는 白葉枯病으로 심한 被害를 받았다. 이리하여 國際米作研究所는 IR 8과 在來種의 中間型인 IR 5를 내놓았다.

現在 이 研究所의 種子銀行에는 約 6萬種의 벼 種子가 遺傳資源으로 保管되어 있고 이중 半 이상이 形質에 대한 調査가 評價되었다. 그 이외에도 國際米作研究所는 每年 約 4萬個의 種子를 遺傳資源으로 世界名國의 研究者들에게 供給하고 있고 水稻와 관련된 國際 Network를 主管하거나 또는 調整하고 있다.



〈그림 3〉 窒素施用量 (kg/ha N)<sup>(3)</sup>

나. 國際熱帶農業센터 ( Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT )

이 센터는 1969년에 南美的 콜롬비아에 設立되었으며 라틴아메리카 地域의 主要 食糧作物인 甘藷, 카사바, 水稻, 飼料作物에 關한 研究를 하고 있다. 이 地域의 農民들은 畜力과 人力으로 農事를 짓기 때문에 零細하고 또한 人口增加率이 높다 ( '80, 3% ).

甘藷 研究: 세계 甘藷의 1/3이 라틴아메리카 地域에서 生産되며 80%가 小農에 의하여 生産된다. 甘藷는 肉類를 사먹을 수 없는 低所得者의 유일한 蛋白質源이나 生産量의 年間 增加率은 人口增加率인 3%보다 훨씬 낮은 0.27%에 불과하다. 이 센터는 在來 種보다 3배나 增收되는 甘藷와 優秀한 根瘤菌을 開發하여 農家에 普及하였다. 이 센터에는 2萬餘種의 甘藷 種子를 遺傳資源으로 保管하고 있다.

카사바 研究: 카사바는 零細民들의 값싼 炭水化物源으로 熱帶地域의 4億人口가 主食으로 하는 主要한 食糧이며 世界 生産量의 約 40%가 아프리카에서 栽培되고 나머지는 라틴아메리카와 아시아에서 栽培된다. 카사바는 척박한 土壤에서 肥料나 其他 農資材를 투입

하지 않아도 잘 자라기 때문에 가난한 農民에 의하여도 잘 栽培된다. 一般적으로 在來種은 ha當 3~4 톤을 生産하나 이 센타가 育成한 장려品種은 ha當 6~8 톤을 生産한다. 近年에는 새로운 貯藏方法이 開發되어 農民의 生産의욕이 높아지고 있다.

**飼料作物研究:** 라틴아메리카는 耕地의 半 以上이 農業에 適合치 않아 이들 土壤에는 주로 牧草를 栽培하나 土壤이 척박하고 季節의인 물 부족으로 良質의 牧草를 生産하지 못한다. 이 센타는 현재 5千餘種의 飼料作物種子를 遺傳資源으로 갖고 있으며 問題의 土壤에 대한 적응성을 檢討하여 收量과 營養面에서 優秀한 品種을 선발하여 農家에 普及하고 있다.

라틴아메리카는 최고기 生産量의  $\frac{2}{3}$ 가 熱帶에서 生産되나 氣候關係로 소의 肥育度가 늦어 최고기의 生産性은 美國이나 캐나다에 比하여 25%, 南美的 溫帶地域에 比하여 5% 程度이다.

**水稻 研究:** 水稻는 라틴아메리카 地域에서 널리 栽培되는 農作物 中の 하나이며 이 센타와 國際米作研究所에서 育成한 品種으로 近年에 收量이 급속도로 增加하고 있다.

#### 다. 國際감자研究所 ( Centro Internacional de la Papa, CIP )

이 研究所는 1971년에 南美的 페루에 設立되었으며 主要目的은 熱帶에 適合한 감자品種을 研究開發하는 것이다. 穀物과 比較하면 감자는 많은 칼로리와 蛋白質을 含有하고 있을 뿐만 아니라 維生素 E와 B群, 그리고 無機養分을 많이 含有하고 있다.

감자는 熱帶作物 中에서 單位面積當 하루의 總 에너지 生産量이 가장 많고 또한 生育期間이 짧아 作付體系面에서도 有利한 作目이다. 이와같은 長點 때문에 감자는 世界的으로 밀, 水稻, 옥수수 다음으로 主要한 食糧作物이다. 감자는 다른 作物과는 달리 높은 표고에서도 잘 生育하는 作物이다. 世界의 감자 栽培面積은 2,200 萬ha이며 이 중 11%가 開途國에서 栽培되고 있고 開途國 中에서는 인도가 유일하게 世界 10大 감자 生産國의 하나이다.

熱帶 아프리카, 아시아 및 라틴아메리카의 감자 收量은 유럽이나 北美地域의 半 程度이고 熱帶地域에서는 收穫한 감자가 貯藏過程에서 쉽게 腐敗되는 어려움이 있다. 이 센타에서 育成한 장려品種으로 페루에서는 15~35% 增收되었고 칠레에서는 ha當 2톤이 더 增收되었다. 이와 같은 增收效果는 코스타리카, 과테말라, 네팔, 필리핀, 터키, 탄자니아 등에서도 있었다. 이 센타는 現在 15,000 種의 遺傳資源을 保有하고 있다.

#### 라. 國際 밀, 옥수수 研究所 ( Centro Internacional de Mejoramiento de Maízy Trigo, CIMMYT )

이 研究所는 멕시코 政府와 美國 록펠러財團間에 協정되어 1943년부터 시작한 “作物改

良事業”이 1966년에 록펠러財團과 포오드財團의 支援으로 國際研究所로 확장 개편되어 밀, 옥수수 그리고 트리티겔 ( triticale ) 등에 關한 研究를 하고 있다.

밀은 世界的으로 232百萬ha에서 年間 4億4千萬톤이 生産되며 옥수수는 라틴아메리카, 아시아, 아프리카 등에서 栽培되어 5億人口의 食糧이 되고 있고 近年에는 家畜의 飼料로도 많이 使用되고 있다.

이 研究所에서 育成된 밀 種子는 라틴아메리카 뿐만 아니라 世界 各國에 普及 栽培되고 있으며 인도의 밀 收量은 1966년부터 1979년 사이에 3倍로 增加하였다. 한편 熱帶의 옥수수는 키가 크고 잎이 많아 光合成作用으로 얻은 에너지를 子實에 貯藏하기보다는 呼吸 등으로 낭비하는 경우가 많고 또한 强風이나 폭우 등의 被害로 收量이 낮았다. 그 외에도 옥수수는 人間の 食品으로서 重要的 必須아미노酸인 라이신과 트립토판의 含量이 적다. 이 研究所의 옥수수 研究者들은 熱帶의 在來種보다 키와 잎이 작고 收量은 溫帶地域 옥수수와 대등한 熱帶地域用 옥수수를 育成 開發하였고 옥수수 中の 營養分의 含量을 높이기 위한 研究에서는 1963년에 Opaqu-2 라는 品種을 育成 開發하였다. 이 品種은 라이신과 트립토판의 含量이 보통 옥수수의 2倍이며 이 量은 牛乳 속에 들어있는 量과 대등하다. 初期의 Opaque-2 는 낱알이 연하고 色이 좋지 않아 消費者들의 냉대를 받았고 貯藏중에는 害蟲에 의한 損失이 많았다. 그 외에도 이 品種은 다른 品種보다 收量이 적은 短點이 있었다. 그후 이 研究所의 育種팀은 集中的인 品種改良을 通하여 Opaque-2의 問題點들을 改良하였다.

#### 마. 國際半乾燥熱帶作物研究所 ( International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, ICRISAT )

이 研究所는 1972년에 인도에 設立되었다. 이 研究所의 主要業務는 아프리카, 아시아, 라틴아메리카, 인도, 中東 등에 펼쳐져 있는 半乾燥地帶의 農業에 대한 研究이다. 이 地域의 土壤은 대단히 척박하나 肥料, 農藥, 農機械 등의 農業資材를 投入할 經濟的 餘力이 없어 農耕方法이 낙후되어 있다. 農事는 전통적으로 內力과 人力으로 짓고 있고 肥料와 農藥을 거의 使用치 않아 收量이 낮다. 비는 짧은 期間 暴風과 함께 내리고 나머지는 한발기간이어서 이 地域의 農民들은 收量이 낮은 在來種으로 인습적인 農事를 짓고 있다.

이 研究所는 이 地域의 作物生産量을 增加시키기 위하여 品種改良과 土壤 및 물 管理에 關한 研究를 하고 있으며 主要對象 作物은 수수, 기장, 병아리콩, 비둘기콩, 땅콩 등이다.

수수 研究: 수수는 熱帶地域과 溫帶地域에서 4千3百萬ha가 栽培되고 있고 인도와 아프리카에서는 수수는 기장과 함께 主食으로 利用되고 있다. 수수의 原產地는 半乾燥 熱帶

地域인 에디오피아와 수단이나 오늘날 熱帶地域의 수수 收量은 飼料로 生産하는 先進國의  $\frac{1}{5}$  程度에 불과하다. 이 研究所는 19,000 種의 種子를 遺傳資源으로 保有하고 있다.

**기장 研究 :** 기장은 南아시아와 아프리카의 半乾燥地帶에서 많이 栽培되며 栽培面積은 2,500 萬ha이다. 乾燥하고 척박한 土壤에는 수수보다 기장을 栽培하는 것이 더 유리하다. 기장은 初期에 1~2 回程 刈取하여 牧草로 利用하고 그 이후에 나온 기장을 穀實用으로 栽培하는 利點도 있다. 기장은 普通 8~12%의 蛋白質을 含有하나 品種에 따라서는 20% 까지 含有하는 것도 있다. 半乾燥地域의 기장 收量은 ha當 400~600 kg이나 이 研究所의 試驗結果는 ha當 3,000 kg까지 生産할 수 있음을 實證하였다. 이 研究所에는 12,000 種의 種子를 保有하고 있다.

**비둘기콩 研究 :** 비둘기콩은 세계적으로 約 300 萬ha가 栽培되고 있고 이 중 約 90%가 인도에서 栽培된다. 인도에서는 비둘기콩을 기장과 수수의 間作으로 栽培한다. 비둘기콩은 菜豆用과 種實用이 있으며 木質性인 비둘기콩의 莖莢(콩대)은 燃料로 사용한다. 비둘기콩은 뿌리가 土壤 깊이 침투하기 때문에 旱害에 잘 견딘다. 世界 平均 收量은 ha當 600 kg이나 인도 品種으로 ha當 3,000 kg까지 生産할 수 있음이 實證되었다. 비둘기콩의 蛋白質 含量은 15~28%이다. 이 研究所에는 8,800 餘種의 種子가 遺傳資源으로 保有되고 있다.

**병아리콩 研究 :** 병아리콩은 世界 第3位의 豆類作物이며 주로 에디오피아, 파키스탄, 터키, 인도 등에서는 주종을 이루는 豆類이다. 世界的으로 約 1,050 ha가 栽培되며 이 중 約  $\frac{3}{4}$ 이 인도에서 栽培되며 나머지는 아시아, 아프리카, 라틴아메리카 地域의 32 個國에서 栽培되고 있다. 병아리콩은 17~30%의 蛋白質을 含有하며 다른 豆類와 같이 黃을 含有하는 아미노酸 特히 메치오닌의 含量이 낮다. 인도의 現 收量은 ha當 700 kg이나 이 研究所의 試驗結果는 ha當 3,000 kg이다. 이 研究所는 12,000 種의 種子를 遺傳資源으로 保有하고 있다.

**땅콩 研究 :** 이 研究所의 땅콩 研究는 1976 年부터 시작하였다. 땅콩은 25%의 蛋白質과 約 50%의 기름을 含有하고 있어 半乾燥 熱帶地域의 重要한 食糧作物이다. 世界的으로는 콩과 棉實 다음으로 主要한 食用油의 資源이다. 半乾燥 熱帶地域의 땅콩 收量은 ha當 800 kg 程度로 先進國의 ha當 2,000 kg에 比하면 아주 낮다. 이 研究所는 8,300 種의 種子를 遺傳資源으로 保有하고 있다.

#### 바. 國際熱帶農業研究所 (International Institute of Tropical Agriculture, IITA)

이 研究所는 1967 年에 아프리카의 나이지리아에 設立되었으며 그의 研究活動은 世界全體의 農業에 關여하고 있다. 最初에는 熱帶아프리카 低地帶의 農業에 대하여 研究하였으나

지금의 연구는 다른 大陸과 半乾燥地域에 까지 擴大되고 있다. 主要 研究對象 作物은 cowpea, 마(yam), 土卵, 고구마 등이고 地域的인 研究로서는 카사바, 水稻, 옥수수, 콩, lima bean, winged bean, pigeon pea 등이다.

**塊根類 研究:** 카사바에 대한 研究는 病害蟲에 強하고 多收性인 品種을 開發하였다. 이 品種의 收量은 ha當 30 톤이며 이 量은 在來種의 ha當 收量 10 톤에 比하면 무려 3 배에 달한다. 이 品種은 나이제리아를 비롯하여 世界 各國에 普及되고 있다.

고구마에 대한 研究는 肥料를 施用치 않고 ha當 20~30 톤을 生産하는 品種을 開發 하였으며 이에 比하여 在來種은 ha當 8 톤을 生産하였다.

土卵은 아프리카의 全域에서 栽培되고 있으며 特히 카메룬과 가나에서 많이 栽培한다. 이 研究所에는 1,000 餘種의 遺傳資源이 있다.

**穀類 研究:** 이 研究所에서는 옥수수는 CIMMYT와 共同研究를 하고 있고 水稻는 IRRI 와 共同研究를 實施하고 있다. 아프리카의 여러 나라에는 한 季節에 2回 收穫할 수 있는 早生種이 必要함을 認識한 國際熱帶農業研究所의 옥수수 研究팀은 早生種 옥수수 開發에 着手하여 在來種보다 3週程度 빨리 收穫할 수 있는 옥수수 品種 TZE를 育成 開發하였다.

水稻는 한밭과 稻熱病에 強한 多收性 品種開發에 역점을 두고 있다.

**豆類 研究:** 豆類는 熱帶地域의 數百萬 人口의 主要한 蛋白質源이다. 豆類는 根瘤菌에 의한 空中의 窒素固定으로 窒素肥料를 節約할 수 있어 經濟的인 여유가 없는 熱帶地域의 農業에 크게 貢獻하고 있다. 이 研究所에서는 主로 cowpea와 콩에 關한 研究에 重點을 두고 있다.

## 參 考 文 獻

1. Consultative Group on International Agricultural Research, 1980.
2. FAO production yearbook, 1987, Vol.40.
3. 田中 明, 1971, 養賢堂, 熱帶稻生態論.
4. 田中 明, 1982, 作物比較營養生理.