

# 모래밭에서 노다지 캐내

## — 灌肥農法과 모래밭의 植物栽培 —

좁은 面積에서나마 좀더 많은 수확을 얻으려는 努力은 不斷히 계속되고 있다. 그러나 人口는 나날이 불어가고 耕地面積은 制限되어 있기 때문에 그 問題點은 더욱 커지고 있는 것이다.

所謂 栽培에 適合하다는 古來로부터의 農耕地에서만이 食糧生産이 可能한 것일까? 하지만 이는 옛말이 되고 말았다. 모래밭에서 노다지를 캐낼 수 있기 때문이다.

高大 農大의 金鏞喆 教授는 綠色植物의 營養, 生長, 光合成에 관한 能力發揮의 어느 限界 以上에서는 土壤이 오히려 制限的 因子로 登場한다고 指適하면서 이와같은 短點을 배제한 灌肥農法과 모래밭의 植物栽培法을 研究 發表하였다.

土壤의 制約性을 제거하고 根圈媒地에 새로운 營養環境을 造成하여 作物生産能力을 極大化하자는 것이 金教授의 主張이다. (편집부)

### 1. 植物質生産에 관한 農法은 어떻게 革新되어야 할 것인가?

食糧을 包含한 農產物生産이 土地에서만 可能하다면 地球의 土地가 制限되어 있는 이상 멀리않아 增加一路의 人口를 扶養할 수 없게 되리라는 것은 當然한 事實이다.

그러므로 植物質生産에 관한 革新的인 農法이 要請된다.

食糧生産이란 人間도 包含하여 地球에서의 無機物과 有機物의 循環過程이라고 볼 수 있고 어떻게 하여 그 循環速度를 增大할 수 있는가가 문제이다.

이에는 먼저 綠色植物의 營養, 生長, 光合成에 관한 能力發揮을 어떻게 極大化할 수 있는가가 基本적 課題가 된다. 이러한 角度에서 過去의 農法을 검토하여 본다면 農業은 土地利用을 意味할 정도로 綠色植物生産에 土地가 必須的 役割을 하여왔지만 綠色植物의 營養, 生長, 光合成에 관한 能力發揮의 어느 限界 以上에서는 土壤은 오히려 制約因子로서 登場한다는 것을 알아야 한다. 다시 말하여, 作物의 土壤栽培가 土壤의 養分保蓄力이나 保水性에 依存하여온 消極的 自然依存農法이란데 特徵이 있는 만큼 積極的으로 作物의 營養, 生長에 관한 最大好適條件을 賦與하는데는 制約을 가져온다는 것을 의미한다.

礫耕栽培를 包含한 水耕農法은 作物을 養液內에 栽培함으로써 어느정도 植物營養條件을 人爲的으로 調節할 수 있고 肥沃土壤 以上の 植物質生産能力을 發揮시킬 수 있다.

그러나 莫大한 施設費가 必要하고 特殊施設 內에서만 栽培할 수 있기 때문에 栽培空間을 擴大하는데 基本적인 制約을 받는다.

灌肥農法은 作物生育經過에 따라 適正組成과 濃度の 養液(灌

肥)을 人爲的으로 供給함으로써 土壤의 制約性을 제거하고 根圈媒地에 새로운 營養環境을 造成하여 作物生産能力을 極大化하자는 것이다. 뿐만 아니라 施設費가 적게 들고 施設內外를 莫論, 砂地, 砂礫地, 메마른土地 등 制限空間을 制約없이 擴大할 수 있다.

이들 농법을 간단히 表로 비교하면 다음과 같다.

<表 1> 高等 綠色植物 利用 植物質 生産農法

종 류	植物質 生産要因에 관한 特長	生産性 增大 限界	經營的 特長	適用 範圍	비 고
土壤栽培	(自然依存農法) 吸收力, 保水性擔體로써 粘土, 膠質物, 有機物含有가 必要	小	勞作的	土地	중견농법
水耕農法	(人爲調節農法) 培養液供給이 必要	大	資本集約資力的	施設	2次대 先進國一部 實用化
灌肥農法	(人爲調節農法) 灌肥分施와 生體와 媒地의 相互作用에 의한 새로운 環境造成	大	資力的	施設, 砂地, 砂礫地, 土地, 不毛地	새로 開發

앞표에서 보다싶이 우리는 農法의 革新으로 土地依存에서 脫皮, 食糧生産의 限界性에서 벗어나려는 목표를 한 걸음 앞당길 수 있게 된다.

## 2. 灌肥農法과 營養環境造成

灌肥農法은 어느 곳이고 水源과 간단한 灌漑施設로써 可能하다. 드럼통이나 바께쓰 등으로 거름의 原液탱크를 만들고 灌漑「호스」에 연결, 自動吸入토록 하면 된다. 原液탱크안의 질소인산, 칼리등의 成分比를 미리 조절하고, 「발부」로 吸入速度를 조절하면 作物生育經路에 따라 一定한 組成과 濃度の 灌肥를 廉價한 「비닐호스」등을 通하여 作物에 공급할 수 있다. 이와같이 施設과 方法은 간단하나, 作物營養生理面에서는 重要的 새로운 效果를 가져올 수 있으며, 作物뿌리에 의한 養水分吸收를 最大로 促進할 수 있는 方法으로 또는 生體와 媒地와의 相互作用에 의한 새로운 營養環境을 造成할 수 있는 方法으로 開發할 수 있다는 점에서 灌肥農法의 意義가 있는 것이다.

같은 거름량을 주고 土壤栽培와 對比하여 홍당무를 시험재배한 결과 1m<sup>2</sup>당 수량이 토양재배 900g에 대하여 灌肥농법에 의한 모래재배는 약 1200~2000g이었다. 1m<sup>2</sup>당 질소, 인산 吸收量은 土壤栽培가 각 31.5g, 12.5g인데 대하여 관비농법은 48.4g, 12.6g이었다. 또한 條件에 따라 질소吸收量 130g, 인산 24g 까지도 올릴 수 있었다.

다시 말하여, 灌肥農法은 作物에 대한 養分吸收 促進機能을 가지고 있음을 알게 되었다.

元來 土壤栽培는 밀거름과 중거름으로 나누어 몇 차례 거름을 줄뿐이고, 灌水와 施肥도 時期를 달리하며, 다른 操作으로 實施하고 있다. 그러나 作物은 生育期間中 24시간 계속하여 뿌리에 의한 養水分 吸收活動을 계속하고 있으며 養分과 水分이 섞인 水溶液 狀態로서 吸收하고 있다.

灌肥農法은 作物뿌리에 가장 吸收하기 쉬운 組成과 濃度の 水溶液상태로서 吸收經路에 接近하여 공급할 수 있기 때문에 作物의 養水分吸收를 最大로 促進할 수 있는 可能性을 갖는다.

새로히 開發된 灌肥農法의 두드러진 또하나의 特徵은 好適營養環境의 造成이다. 元來 作物뿌리의 養水分吸收는 先端의 生長帶(細胞分裂과 伸長活動상태)에서만 可能하므로 不斷한 뿌리의 生長活動과 養水分吸收機能은 併行한다.

뿌리 生長活動에는 充分한 酸素供給이 必要하나 土壤에서는 有機物 分解와 수억만의 土壤 微生物吸收에 의하여 酸素가 消耗되고 뿌리의 酸素要求와 競合狀態에 있다.

관비농법에서는 이상과 같은 뿌리生長에 대한 土壤의 制約條件이 없을 뿐더러 3要素뿐 아니라 칼슘, 미량요소 등 뿌리生長 촉진要素를 包含한 灌肥를 適時에 供給함으로써 뿌리生長을 極大化시킬 수 있는 可能性을 갖는다.

73年度 봄. 漢江流域 遊休砂土에서 果菜류를 재배한 砂土上層에서 生長帶뿌리가 영키어 이룩된 일종 뿌리혹(사진 1)을 발견하였으나 이는 증진 土壤재배나 모래땅에서 두엄을 줄 때 나타날 수 없는 現象이다. 生長帶로 영킨 뿌리혹은 관비농법에 好適條件이 이루어질 때 나타날 수 있는 것으로 뿌리生長의 最大 好適條件과 本現象의 再現, 普偏化에 대하여 연구할 예정이다.

作物뿌리는 媒地에서 養水分을 吸收함과 동시에 뿌리도 根酸, 기타 각종 成分을 媒地에 分泌하여 媒地와의 相互作用에 의한 일종의 根圈環境을 形成한다.

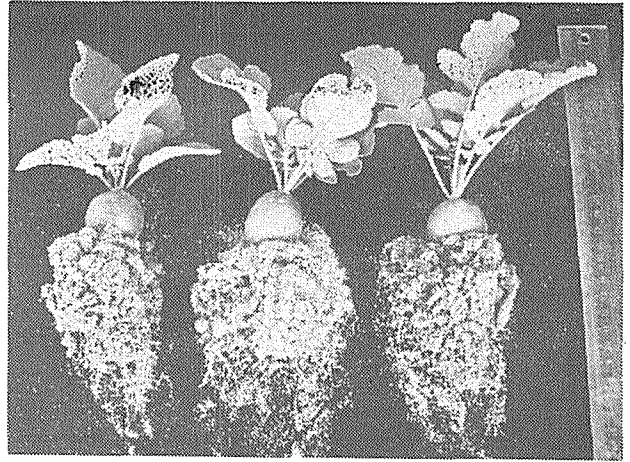


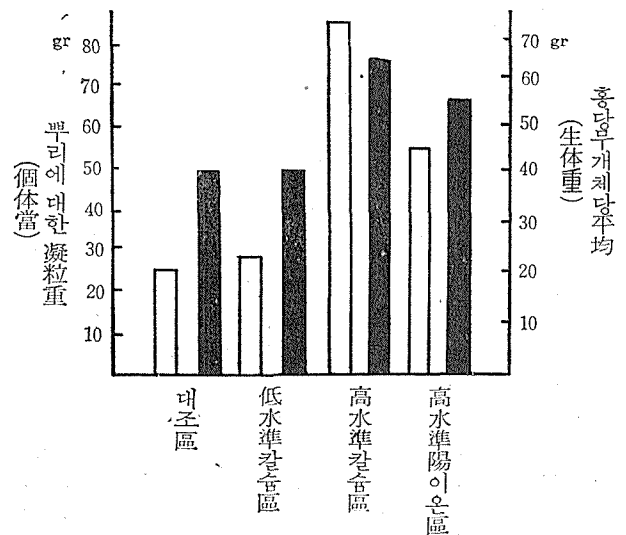
사진 1. 관비농법下. 뿌리와 媒地의 相互作用으로 이루어진 凝粒現象  
養水分保存, 吸收에 有利한 環境을 조성함 (홍당무)

灌肥農法에서의 뿌리生長促進은 土壤이나 두엄 즉 有機物을 用 모래에서는 볼 수 없는 1종 凝粒現象을 나타낸다.

凝粒現象은 홍당무는 바로 무아래를 中心으로(사진 1) 果菜류는 砂土上層 5~10cm를 中心으로 生長帶의 뿌리가 密集되어 모래와 구분할 수 없는 한 덩어리 상태를 形成하고 있다.

凝粒現象은 뿌리生長促進과 아울러 砂土의 酸級供給機能 및 칼슘 등 陽「이온」과 密探한 相互關係를 갖는 것으로 보인다(表 1).

홍당무에서 뿌리의 凝粒現象程度와 地上部 및 地下部生長量과 併行(表 1)하고 있고 養水分吸收에 有利한 環境을 이루고 있는 것으로 보인다.



또한 뿌리에 凝粒된 모래層 다시 말하여 뿌리와 媒地의 1종 共存體는 養水分流失을 防止하는 즉 養水分 保蓄役割을 하는 것으로 추측된다. 漢江流域 砂土재배에서 砂土上層 15cm 以上에

뿌리가 大部分 分布되고 下層에 뻗어있지 않는 것은 下層에 養分이 移動되고 있지 않았다는 것을 추측케 하고 實地分析結果도 施與한 거름成分이 下層보다도 上層에 머무르고 있음을 나타내고 있다. 灌肥農法으로 誘導된 뿌리의 凝粒性 즉 뿌리와 모래의 共存體가 두엄 또는 腐殖과 같이 養分保蓄機能을 가질 수 있음을 의미한다.

一面, 土壤에서는, 養分保蓄의 主體를 이루고 있는 粘土分, 「코로이드」, 腐殖에 대한 吸着과 뿌리吸收間에 養分爭奪이 일어날 수 있고 이러한 養分競合 또는 먼저 말한 有機物과의 酸素競合등은 凝粒性 즉 뿌리와 모래의 共存體에는 있을 수 없고, 養水分이 mobilized한 移動적 상태에 있으며 作物의 宮養, 生長에 관한 能力을 極大化시킬 수 있는 好適宮養環境造成이 灌肥農法에 의하여 可能한 것으로 豫상된다.

漢江流域 砂土에서 72년 결구상추, 홍당무, 73년 참외, 메론 수박, 감자 등의 시험재배에서 豫想外로 生育이 旺盛하였고, 그 原因이 이러한 새로운 事實에 있는 것으로 생각된다.

### 3. 모래땅의 植物栽培

韓國의 土質構成은 花崗岩系로 殆半을 이루고 있는 만큼 다른 나라보다 모래땅의 分布가 많다. 거의 버려지다시피 하고 있



사진 2. 모래 땅에서 재배한 참외

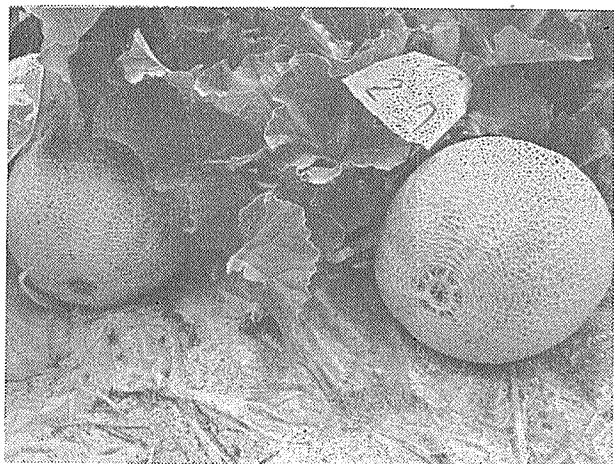


사진 3. 모래땅에서 재배한 메론(1973. 4. 22 定식. 6. 30 현재)

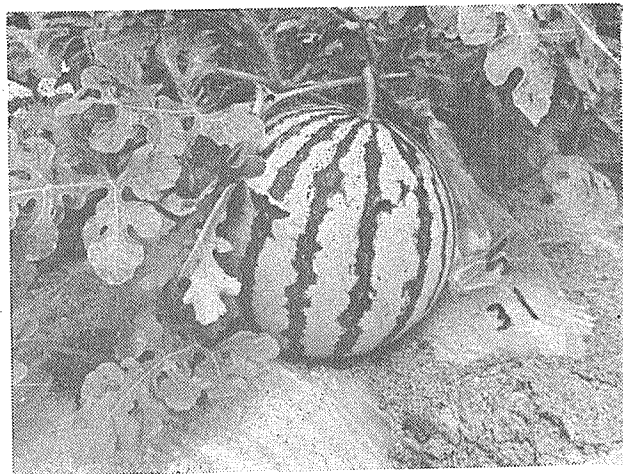


사진 4. 모래 땅에서 재배한 수박  
(1973. 4. 22 定植. 5. 31 着果. 6. 25 현재)

는 河川砂丘地가 37만ha. 海岸砂丘地가 1만 7천ha에 달하고 있는 既存 農耕地에도 砂質系 低位生産地가 相當한 비율을 차지하고 있다.

이러한 모래땅이 慣行農法에 의하면 不毛地로 되어있지만 不毛의 原因인 養水分保蓄力 缺乏이 새로운 農法으로 解決될때 既存農地 以上の 生産性을 發揮할 수 있게 된다.

灌肥農法은 灌肥의 分施로 作物의 養水分 吸收經過에 따라 必要만큼 供給하기 때문에 媒地의 保蓄力 缺乏如何는 別로 문제 가되지 않는다. 뿐만 아니다 根圈에 새로운 宮養環境을 造成함으로써 養水分供給에 有利한 條件을 제공한다. 이렇게 하여 종전 생각하던 모래땅의 缺點이 克服되면 오히려 모래땅의 有利한 特性 즉, 酸素供給能, 養水分移動性등이 既存農地 以上の 生産性을 나타내게 하는 要因이 될 것이다.

72년도 우리나라에서 처음으로 漢江流域 河川砂丘地에서 結球 상추를 灌肥農法에 의하여 약 200여명 시험재배한 결과 定植 50 일만에 10a當 收量 4.8ton, 結球收量 3.6ton을 얻었다. 生育期間中 바람의 被害를 입었으나 이를 극복하였고 好冷하였고 着果後 25~30일경 수확할 수 있어 일반 토양재배보다도 成熟期間

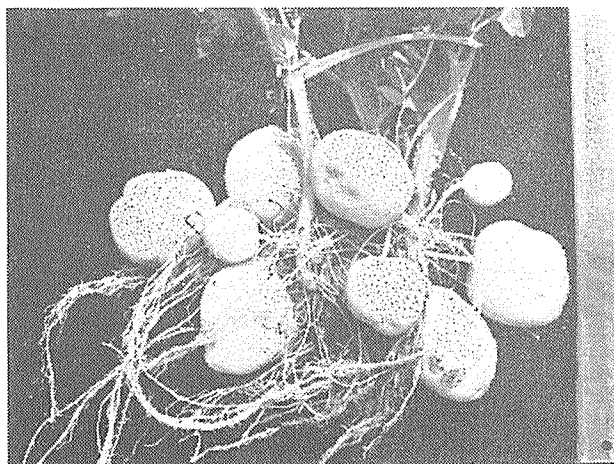


사진 5. 모래 땅에서 재배한 감자괴경  
(4. 1. 파종, 6. 30일 수확)

이 數日 앞당겨진 것 같다.

관비농법에 의한 好適營養環境造成 可能性이 이러한 豫想外의 좋은 生育狀態를 結果한 것으로 볼 수 있으며 참외 등의 根圈을 조사하여 보면 모래 上層에 수없는 가는 뿌리가 모래와 密着 凝結되어 있음을 볼 수 있다. 이러한 뿌리의 凝粒狀態가 養水分의 活潑한 吸收에 좋은 環境을 제공할 뿐더러 養水分의 流失防止 즉 두엄과 같은 保蓄역할을 하고 있는 것으로 추측된다

실제 10a로 환산 약 60여만「리터」의 灌肥를 공급하였으나 이는 참외나 메론의 要水量과 큰 差異가 없고. 損失없이 效率的으로 利用되었음을 말하여 주고 있다. 모래땅의 밤낮 溫度較差가 큰 特性은 관비농법의 營養條件改善과 아울러 果實生長을 促進하게된 要因으로 생각되었다.

河川砂丘地에서는 下地 數. 이내에 풍부한 地下水源이 있고 모래表層 5~6 cm는 건조하여 自然被覆 역할을 하고 있지만 그 以下는 相當한 水分을 포함하고 있다. 그래서 鎮壓이 이루어진 다거나 「자갈」과의 混合層 또는 粘土와의 混合層이 있는 곳은 自生植物이 生育하게 된다.

이점을 고려한다면 灌肥농법에서도 比較的 적은 水量으로 作物에 대한 好適水分條件을 갖추게 할 수 있으며 또 건조에 강한 作物 또는 砂地適應性 作物은 1주 내지 數週간격으로 灌肥를 공급하여도 充分히 生育할 수 있다. 감자를 시험재배한 결과 灌肥는 초기는 4~7에 한번 공급하고, 후기는 거이 주지 안하였지만 좋은 塊莖形成과 肥大상태를 보여주고 있다(사진 ). 芋 艸(對日輸出作物)도 灌肥는 거름주는데만 그치고 공급하지 안 했는데도, 充分 生育과 수확이 可能하였다. 芋 艸는 4~5월에 바람의 被害를 입었으나 발주위에 1m 높이의 防風棚(가마니 등 이용), 설치하면 充分 그 被害를 막을 수 있다.

芋 艸, 감자와 같은 作物은 粗放式 灌肥농법(관비농법Ⅱ型)으로도 재배할 수 있고 水資源이 없는 곳은 天然水(降雨)만 가지고도 모래땅에서 재배 可能한 것으로 내다 보았다. 그러나 이때는 두엄과 같은 養水分保蓄力을 가진 資材를 그때, 그때 相當量 投與하여야 할 것이다.

#### 4. 灌肥農法の 經濟性과 전망

3「인짜」 口徑을 가진 揚水機를 每/分 300~400l의 揚水가 可

能함으로 수박, 참외의 재배에서 10a, 60단/ 灌肥공급에 33시간의 가동을 요하고 燃料를 輕油로 할때는 約 1500원의 揚水費가 든다. 作物의 모래땅에서의 生育期間을 60일로 할때 가동할 수 있는 시간은 약 500시간으로 보면 揚水機 1대로 150a을 재배할 수 있다. 揚水機가격을 10만원, 使用年限 5년으로 보고 1년 2작일 때 1작당 償却費는 10a에 660원, 기타 灌肥施設費로 2,000원 計 4,100원이 灌肥농법 관계로 더드는 셈이 된다.

그러나 中耕除草 耕轉費가 토양재배에 比하여 100% 節減되고 施肥에 관한 勞力도 1/8~1/10밖에 들지 않으며 防除費, 土地資本利子 등도 적게 들기 때문에 전체적으로 훨씬 節減된 生産費로 높은 收益을 올릴 可能性이 있다.

토양재배에 比하여 50% 以上 勞力費를 減少할 수 있어 資力化에 의한 勞動生産性 增大가 두드러진 現代化農法이라고 할 수 있다.

파종이나 收穫時를 제외하면 꼬마동이 1인이 揚水機 1대가 관할할 1ha~1.5ha 정도는 관리할 수 있다. 수박이나 結球상추 10a당 4,000kg 수량이면 1kg 40원잡고 160,000원, 1ha 1,600,000원의 조수익이 된다. 一面 淸淨生産品에 의한 需要擴大, 輸出振興이 可能하다.

앞으로 30餘萬ha을 分布하고 있는 河川砂丘地에서는 生育期間이 짧은 芋 艸, 상추, 당근, 시금치, 양배추, 참외, 수박, 메론, 토마토, 오이, 감자 등은 1년 2작 봄, 가을로 栽培하고 芋 艸, 쪽파, 마늘, 球根類, 브리무리 등 冬期作物은 1년 1작 供水期를 回避하여 재배하게 될 것이다.

海岸砂丘地에서는 好鹽性作物인 아스파라가스, 耐鹽性이 큰 시금치, 고추, 砂地適應性이 큰 땅콩, 마 등을 試驗재배할 豫定이다.

高等菜蔬는 集約式灌肥農法(1型), 감자, 芋 艸 등에는 粗放式灌肥농법(Ⅱ型)으로 재배하는 등 作物의 種類에 따라 灌肥農法 適用方法도 약간씩 다르게 된다.

새로히 개발된 灌肥농법의 뿌리生長促進과 好適營養 환경조성에 관한 特性을 一般土地에서의 增産에도 應用할 수 있고 于先 砂質系低位生産地를 對象으로 試驗할 豫定이다.

