

## 有機農業을 위한 雜草防除技術의 現在와 未來

權 容 雄

서울大學校 農生大 植物生產科學部

### Status and Prospect of Weed Control Technology for Organic Farming

Kwon Yong-Woong

Division of Plant Science, Seoul National University Suwon 441-744, Korea

#### ABSTRACT

Organic farming excludes any use of the herbicide. The present paper reviews what can be done for effective weed control with existing weed control technology by farmers cropping paddy rice, field crops, vegetables, and fruit trees. If condition of the crop-land allows diversified rotational use of the paddy land as paddy and upland field would minimize weed problem. Practising this is limited in acreage due to extremely limited governmental investment to the land for the purpose. Secondly, rotation of crops in the upland field breaking life cycles of various weeds adapted to each crop should reduce the weed problem. This is also limited as only a few crops are making the farmer profitable. In addition climate and tolerance of crops to high and low temperature, Monsoon rains and poor drainage restrict the freedom of choice. For any crop land year-round multiple cropping in denser planting shall lessen the weed problem. this multiple cropping practiced by 1960s has been abandoned due to labor shortage and increased production cost. Deep flooding the rice is impractical at present in Korea.

Mulching crop with transparent, black, or combined polyethylene sheet has been increasingly used. Progresses in development and use of mulch with allelopathic crop residues, inexpensive paper mulch, allelopathic crop cultivar development, recently developed experimental weeding machinaries, flamers, microbial herbicides, biological control organisms, soil sterilization techniques have been critically reviewed for their adoption into existing integrated weeding system. Unfortunately, information on cost-benefit, and labor-benefit for

the various methods above mentioned are lacking. Urgent need for the research on rational weeding in organic farming, and herbicide low-input farming is emphasized.

**Key words :** organic farming, weed control technology, rice, field crops, vegetables, orchard, allelopathy, mulches, cropping system.

## I. 緒 言

우리 모두가 필요로 하는 ① 安全한 農產物을 ② 環境을 오염시키지 않고 ③ 國家的 生產量에 부족함이 없이 ④ 계속 생산할 수 있으며, 이렇게 農產物을 生產하는 農民이 ⑤ 적절한 소득을 얻을 수 있다면 매우 바람직한 것이다. 그리고 이와 같은 目的과 目標를 성취하고자 하는 營農方法의 하나가 '有機農業'이라고 할 수 있다. 人類의 農業生産技術의 变遷에 있어서 1920년대 이래 化學肥料와 農藥의 使用이 계속 增大되어 環境을 오염시켜왔고 다소간에 安全性을 危害해온 것도 사실이다. 現代農業生産이 야기시키는 危害性에 관해 先進國에서는 1970년대 초부터, 한국에서는 1970년대 말부터 시민에게 보편적으로 인식되고, 危害性을 줄이고자 하는 社會的 運動과 政府의 規制가 뒤따르게 되었으며, 다소 늦기는 하였지만 1997년 11월에 우리 國會에서 '環境農業育成法'을 제정 공포하였음은 매우 다행스러운 일이다. 이러한 시기에 韓國有機農業學會가 "有機農業에 있어서 雜草管理"를 주제로 심포지움을 개최한 것은 시의 적절하고 금후의 유기농업의 발전을 위해 매우 중요한 공헌을 할 것으로 생각한다.

한편 새로 제정된 '環境農業育成法' 제 16조를 보면 政府는 '환경농산'물을 ① 一般環境農產物, ② 有機農產物, ③ 轉換期 有機農產物, ④ 無農藥農產物, ⑤ 低農藥農產物의 5종류로 구분하고 있는데 이들 중 유기농산물, 전환기유기농산물 및 무농약농산물을 생산하려면 제초제를 전혀 사용하지 않고 雜草를 防除하여야 한다. 본 심포지움에서는 有機農業에 있어서 雜草防除管理技術이 주제인 바 無農藥, 즉 無除草劑 雜草防除技術에 국한해서 그 現在와 未來를 검토하고자 한다.

## II. 除草劑를 사용하지 않는 雜草防除技術의 概要

人類의 農業技術의 發展過程을 보면 雜草防除는 農耕의 始作과 더불어 문제시 되었고 作物을 심기 위해서는 불을 지르거나 耕耘하는 것으로부터 始作되었다. 火田行爲는 아직도 일부 地域에서 이루어지고 있는 生存農法(subsistence agriculture)에서 실시 되고 있으나 1997-1998년간에 세계 몇몇 지역에서 큰 산불을 일으켰고, 최근의 環境 農業 개념에서는 失火 외에도 매연과 CO<sub>2</sub> 증가 등의 이유로 일부 국가에서는 벼, 밀, 옥수수 등의 콩

에서는 火灾 외에도 매연과 CO<sub>2</sub> 증가 등의 이유로 일부 국가에서는 벼, 밀, 옥수수 등의 콩바인 수확 후 남는 그루터기의 소작도 금지하고 있다.

따라서 作物栽培의 제1단계인 파종을 위한 경운은(primary tillage) 호미를 이용한 人力作業 → 쟁기를 이용한 畜力作業 → 트랙터를 이용한 動力作業 → 無耕耘 내지 最少耕耘法으로 발전하였는데 無耕耘 내지 最少耕耘法에서는 既生雜草의 防除를 위해 paraquat(그라목손) 또는 glyphosate(라운드업) 등의 除草劑를 기본적으로 사용하고 있으며, 無耕耘 내지 最少耕耘法은 除草劑를 전혀 사용하지 않는 것을 條件으로 有機 農業을 정의한다면 그의 活用에 매우 큰 어려움이 따르게 된다.

작물재배의 제2단계는 파종한 作物이 立毛된 후 자라는 과정에서 作物의 종류, 재배시기 및 재배기간에 따라 2회 - 4회 雜草防除를 하는 것인데 除草劑를 쓰지 않을 경우 中耕, 刈取, 또는 부초가 基本的手段이고, 그밖에 경우에 따라 여러 가지의 手段을 동원하기도 한다. 그 여러 가지 手段方法 중 어느 한두가지 手段方法만으로는 營農者가 만족할 만한 雜草防除效果를 얻기 어려운 것이 그간의 研究와 經驗에서 잘 알려져 있으므로 소위 '종합적 잡초방제관리'를 하도록 권장하고 있다. 종합적 방제관리에서는 우선 作物을 栽培하는 耕種管理에서 雜草에는 不利하게, 作物에는 有利하게 최선을 다하고 그 밖의 防除手段을 적절히 구사하게 되며, 이러한 여러 가지 手段方法은 일반적으로 ① 耕種生態的 方法, ② 機械的方法, ③ 生物學的方法, ④ 化學的方法, ⑤ 豫防的措置로 구분하는데 有機農業에서는 化學的方法을 전혀 사용하지 않게 되며 國家的, 또는 地域的 예방적 조치를 본 심포지움에서는 고려하지 않고 개개인의 營農人이 실행할 수 있는 防除手段들에 대해서 벼농사와 밭농사, 그리고 과수원으로 구분해서 現在와 未來에 관해 살펴보면 다음과 같다.

### III. 有機農業의 벼農事

#### 1. 基本技術

벼농사에서 雜草防除效果를 극대화하기 위해 제일 중요한 것은 벼농사를 한번 짓는 일모작이 아니고 논에 作物이 栽培되는 기간을 길게 하는 2모작 - 多毛作이며, 벼를 連作해야 하지 않는다면 畜田 윤환재배를 하는 것이다. 이러한 防除技術은 지역에 따라, 그리고 논의 灌溉排水管理의 容易性에 따라 그 實行 여부가 결정될 뿐만 아니라 農產物의 價格과 營農費用에 따라 변동하며 그간의 農政과 금후의 社會的 變化에 따라 매우 流動的 狀況에 처해 있으며, 最近의 農業政策과 農業與件으로 미루어 볼 때 가까운 미래에 이 技術의 적용은 그리 희망적이지 못하다.

둘째로 重要한 耕種生態的 기술은 成苗를 길러 기계이앙하는 것이며 成苗를 이앙하는 것이 어렵다면 어린모를 현재 農村振興廳에서 권장하는 이앙기보다 다소 늦게 이앙하여 作物에 유리하게 하는 것이며, 地域에 따라 품종의 선택에 제약을 받게 된다. 近來에 政府는 成苗이 앙재배에서 어린모이 앙재배를 권장했고, 어린모의 충분한 생육기간 확보를 위해 이앙시기를 앞당겼으며, 지난 5-6년간 直播栽培까지 권장하였는데, 有機農法을 하면서 직파재배를 성공적으로 하기는 매우 어려운 일이다.

셋째로 지난 20여년간 1毛作을 하고 除草劑를 사용해 오면서 대부분의 논에 증가된 多年生 잡초의 발생을 줄이려면 秋耕과 春耕을 실시하여야 한다. 추경과 춘경에 의한 다년생 잡초의 地下 번식체의 논표면 건조사 효과를 증대시키려면 深耕을 하고 콤바인 수확시 잘게 자른 벗짚을 논에 펼쳐두는 것을 하지 않아야 할 것이다. 이상과 같은 技術을 적용하여 數年間 營農하면 雜草防除效果는 확실히 증대될 것이나 꾀 防除 문제는 계속 남을 것인 바 피사리를 하는 경우 논에서 뽑은 피이삭을 農路에 버리는 어리석음은 저지르지 않아야 하고 雜草流入이 예상되는 경우에는 물꼬에 나이론 망 등을 설치하여 잡초씨앗을 걸러내는 것도 해 볼만 하다. 벼를 평당 72주(15x30cm) 보다는 평당 88주(15x25cm) 수준으로 밀식하고 로타리제초기를 이용한 1, 2회의 제초와 피사리를 하는 것, 즉 育成된 生產立地條件하에過去로 거의 돌아가는 것이 제일 중요하고 확실한 有機農法의 雜草防除管理 기본技術이다.

#### 2. 선택사항적 雜草防除技術

한편 위와 같은 基本技術의에 與件에 따라 적용할 수 있는 雜草防除技術은 다음과 같다.

1) 물管理 : 水深을 12~15cm로 계속 유지하면 물괴와 돌괴의 발생을 억제하고 그 밖의 잡초발생도 상당히 방제할 수 있다. 그러나 수년간 계속 하면 벼와 생태적으로 매우 비슷한 특성을 갖고 있는 강괴와 다년생 잡초 중 벗풀, 보풀, 올방개, 가래의 증가가 있게 된다. 심수관개의 효과는 中苗~成苗를 이앙하고 적어도 한달 동안은 계속 深水灌漑를 유지하여야

하며, 수심이 8cm 이하로 빈번히 낮아지면 별로 효과가 없다. 일본에서도 논둑의 높이가 대부분 深水灌漑에 부적합하며, 물빠짐이 심한 사질계열토양이 30% 남짓한 한국에서는 물부족과 논둑의 정비문제로 대부분 취택하기 어렵다. 그리고 深水灌漑 재배를 할 경우에는 분열이 감소하므로 재식밀도의 조절과 품종의 선택을 고려해야 하고 유기물 분해와 토양환원에 따른 문제점도 고려해야 한다.

2) 무경운, 최소경운, 피복, 피복작물재배 : 경남진흥원에서 1988~1996년의 9년간 무경운 어린모 이앙 시험재배 성적을 보면 결주율이 높고, 이앙심도가 떨어지며, 수량은 약간 낮은데 잡초방제문제는 해결되지 않았으며, 그 밖의 시험에서도 결주율 문제, 유기물 분해에 따른 토양환원문제, 수량감소문제, 잡초발생문제 등이 문제시 된다. 벼-자운여-벼-자운영 순환연속 직파재배를 할 경우에도 무경운재배는 바람직하지 않았다. 일부 아열대-열대지방에서는 아졸라를 수면피복하여 재배하나 한국에서는 아졸라의 월동부터가 문제이어서 바람직하지 못하다. 이앙재배의 종이밀칭기술도 이 기술의 원산지인 일본에서도 그리 성공적인 보급이 이루어지지 않고 있다.

3) 식물의 상호대립억제작용(allelopathy)의 이용 : 1960년대에는 논에 보리, 밀 또는 호밀을 재배하고 벼를 재배하는 2모작이 논의 代表的 作付體系이었다. 自然界에는 어느 식물이 자라면서 化學物質을 放出하여 다른 식물의 생장을 억제하거나 식물이 죽은 후 잔존 草體가 地面 또는 地中에서 분해되면서 방출되는 화학물질이 다른 식물의 생장을 억제하는 경우가 많은데 作物중에도 그러한 기능이 있고, 잡초중에도 그러한 機能이 있는 경우가 많다. 벼농사와 관련해서는 오래전부터 보리짚과 보리타작후 까락더미를 논에 넣으면 가래 등 여러 잡초의 생장이 다소 억제되는 효과가 있음이 알려져 왔다. 근래 외국의 연구결과에 의하면 대체로 호밀 > 귀리 > 보리 > 밀의 순위로 그 기능이 큰 것으로 알려져 있는데 벼와 2毛作을 하기에는 보리 > 밀의 順序로 作付體系가 용이하고, 호밀은 青刈할 경우 中北部까지 논재배가 가능하며 귀리는 남부지역을 제외하고는 청예할 수 밖에 없으며 그 밖에도 재배상 어려움이 많다. 이들 禾穀類는 여러 종류의 폐놀類 등의 化合物들을 분비하여 식물생장을 억제하는데 이 화합물들의 濃度와 濃度지속기간에 따라 잡초의 생장억제정도가 달라지며, 이들 폐놀類 化合物들이 自家抑制도 일으키게 된다. 뿐만 아니라 이들 폐놀類 化合物들이 自然化合物이지만 濃度와 用量에 따라 人畜毒性 및 魚毒性과 環境危害性이 除草劑보다 꼭 안전한 것도 아니다. 그렇다고 과거의 벼농사 또는 유기농법에서 보릿짚, 호밀짚 등을 논에 잘아 넣거나 부초하는 정도가 環境을 危害할 정도는 아니지만 다소 많이 사용할 경우에는 벼의 生長을 沮害할 수도 있다.

즉 1960년대의 米麥 2毛作, 또는 青刈麥類-벼의 作付體系는 植物間의 化學的 相互對立抑制作用을 雜草防除에 적절히 利用해온 것이라고 할 수 있다. 그러나 이러한 자연현상의 이용과 관련하여 雜草防除技術向上의 두가지 면을 생각해 볼 수 있다. 첫째는 보릿짚 등의 부초와 무경운재배이다. 부초의 효과로서 당연히 광을 어느 정도 차단하고, 토양수분을 보

존하며, 폐놀류 화합물이 방출되고, 무경운 효과로서 주로耕耘에 의해深土에 있던 잡초씨앗이表土로 나와 발생하는 1년생 잡초의 발생을 경감시키나 다년생 잡초에 대한防除효과는 크지 않다. 뿐만 아니라 앞서 언급한 여러 가지 단점도 발생하며, 無耕耘을 수년간 계속하면雜草群落組成이 바뀌면서無耕耘 생태조건에 맞는雜草, 특히 다년생 잡초의 증가가 일어나서 문제시 되는 것이 최근 미국에서 경험하고 있는 새로운 문제점이다.

본 심포지움에서 발표된 태평농법의 경우「보리 또는 밀 수확 및 부초-무경운 건답표면 벼직파-벼 파종 후 20-30일 경 담수」의耕種法은作物이 계속 논에 자라므로雜草發生 공간과 기간을 줄이고, 작물의 잡초경합력을 크게 이용하며, 무경운의 장점과麥類의 폐놀類 방출에 의한 잡초생육억제효과를 얻는 한편麥類 수확 및 벼씨 파종 약 한달 후 논에 담수하므로乾期에 발생한乾生~濕生 잡초가 담수 및 장마로 인해 대부분防除되고, 水生雜草도 뒤늦게發生하게 되어 그 또한抑制果가 큰長點이 복합적으로 있게 된다. 즉 하나의‘綜合的雜草防除管理體系’이며 매우 좋은體系이다. 그러나麥類, 특히 밀 수확 후 벼를 직파하게 되면 벼栽培期間에서 제약을 받아早生種을 겨우收容할 수 밖에 없고南部地方에서나可能하며, 이러한農法에서도 남는 일부雜草들에 대한防除對策이 필요하게 된다.

부초 외의 利用方法으로는 1980년 말 이후 최근까지 研究 차원에서 검토되고 있는 것으로서 벼 품종들 중 벼가 논에서 자라면서 폐놀類 化合物들을 많이放出하는 품종을 선발하여 그 유전자를 장려품종에 도입 육종하는 방법이다. 이러한作物 품종을除草性品种, 또는除草機能性品种으로 불리는데 미국, 일본, 국제미작연구소, 호주, 대만, 이집트 등과 한국(1995년부터)에서 연구한 결과를 보면 열대~아열대 지역의 재래종, 특히 javanica 품종들과 야생벼 *Oryza glaberrima*, 적미 등이 대부분 능력이 컸고, 우리가 선호하는 최근의 일본형 개량종 재배품종들은 그 능력이 거의 없는 것으로 밝혀지고 있다. 작물시험장에서 도입한 제초성 품종자원 38종을 검정한 결과 SHUANG-CHIANG -30-21, TONO BREA 439, CICA 4, TANG GAN의 4품종이 가장 제초능력이 컸는데 이들은 대체로 이앙 후 한달간 잡초의 생장을 70%정도 억제하였다. 즉, 잡초방제효과는 그리 만족할만한 수준이 못되며 이 품종들이 얼마나, 어느 종류의 化學物質을放出하고, 그 化學物質들이 벼의 生長에 얼마나 영향하며, 環境危害性이 있는지는 아직 밝혀지지 않았다. 일부研究者들은除草性品种이放出하는 폐놀類 물질의自家生長抑制性(autotoxicity)과 관련하여 그에 대한抵抗性 유전자를 개발하여 벼 품종에 도입하면 문제가 해결될 것으로 생각하나有機農業에서指向하는 化學物質의 排除개념이나環境安全性을 고려하고 雜草의共進化性과群落천이성을 함께 고려하면 그리 탐탁치 않은接近方式이라고 할 수 있다.

4) 生物농약의 활용문제 : 국내외적으로 미생물 살충제와 미생물 살균제의 개발 및 이용은 제법 활발하나 미국의 Arkansas 지역의 벼농사에서 문제되는 northern joint vetch(자귀풀의 일종)에 효과가 있는 Collego(상품명: 탄저병균의 일종인 *Colelototrichum gloesporioides* f. sp. *aeschynomene*의 전조분생포자의 수화제)가 벼農事에서 유일하게 1980년대에 일시 실용화되었으나 단 하나의 잡초종만을 방제할 수 있

고, 생산가격이 비싸며, 그 밖의 제약조건 때문에 근래에는 生產이 중단되었다. 현재 연구 중인 것으로는 국내에서 매자기의 병원균 *Nimbya scirpicola*와 올방개의 지문무늬병균 *Epicoccosorus nematosporus*의 활용연구, 일본에서의 올방개 병원균들 *Nimbya scirpicola*, *Epicoccosorus nematosporus*, *Dendryphiella sp.*의 활용연구, 그리고 미국에서 진행되고 있는 논雜草 防除用이라기 보다는 일반적 水生問題 雜草用으로서 *alligatorweed*에 대한 flea beetle, thrips, stem-boring moth의 활용연구, *hydrilla*에 대한 tuber-infesting weevil과 leaf-mining flies 연구, *waterhyacinth*에 대한 weevil, moth 및 병원균 *Cercospora rodmanii*에 관한 연구를 들 수 있다. 이러한 研究들은 實用化되기까지 生物活性 및 安全性에 관한 많은 연구가 이루어져야 하고 商業的으로 生產技術에 관한 연구도 이루어져야 하며, 商品化가 되어도 거의 모두 雜草 草種 하나에 果的이고 生產 후 짧은 流通期間내에 사용해야 하는 등 제약이 많아 有機農法에 의한 農事에 활용하기는 당분간 그리 큰 기대를 하기 어렵다.

그 밖에 野生植物 또는 微生物 代謝產物 中 除草活性이 있는 化學物質을 抽出 또는 合成하여 含有物質 原型대로 사용하거나 構造를 변경하여 除草劑로 開發한 경우 bioherbicide라고 하는데 이 경우에는 有機化合物일 뿐이어서 그 毒性과 環境危害性면에서 일반 除草劑와 같이 취급되어야 마땅하다.

5) 生物飼養에 의한 雜草防除 : 昆蟲이나 病菌 등을 사용하는 生物學的 防除를 별도로 취급하면 모든 草食動物은 非選擇的 雜草防除 能力を 갖고 있는데 가장 有用한 動物이 염소와 羊이다. 가금類는 草食性 動物은 아니지만 어린 雜草를 다소 먹기도 하며 모이를 찾아 땅을 헤집는 벼룩이 있다. 이와 관련하여 미국 California 等地에서 木花재배用 除草劑가 없을 때 한때 목화 밭에 거위를 한두차례 몰아 넣는 방법을 활용하기도 하였다. 水生雜草防除에서 가장 성공적인 事例는 중국 동북지방 및 러시아의 시베리아에 自生하는 草魚(grass carp) white amur(*Ctenoparyngodon idella*)를 미국 Arkansas 지역의 江과 湖沼에 도입하여 水生雜草를 방제한 것이다. 그러나 논에서 農事를 하는데에 活用되는 方法은 일본, 중국, 한국에서 활용되고 있는 오리飼養이 대표적 方法인데 일본에서는 野生오리와 집오리를 교배하여 *Aigamo*를 개발하기도 하였다. 그 밖에 일본과 중국의 일부 특히 中國 南部地域 有機農業 篤農家들이 오리 외에도 잉어, 우렁, 달팽이 등을 논에 飼養하기도 하는데 이러한 雜草防除은 보편적이지는 않고 雜草問題가 남으로 補完的 防除를 실시하고 生物飼養관리에 費用이 들으므로 논에 飼養한 오리, 잉어 등의 판매에 의한 收益이 여러 費用을 상쇄할 경우 小面積 栽培에서 可能하다.

## IV. 有機農業의 밭 雜草防除

### 1. 基本技術

밭 作物의 種類가 무엇이던 雜草防除의 原理는 동일하고 可能한 경우 畔田輪換栽培, 作型을 달리하는 作物들을 組合한 輪作體系가 제일 중요하며, 作目과 作期 特性에 따라 여러 方法들 중몇가지 方法을 선택하여 이들을 綜合的으로 활용하여야 한다.

밭 雜草防除의 基本技術로서, 첫째 雜草의 生長 및 繁殖生活環을 최대로 교란할 수 있도록 作付體系를 수립하는 것이나 우리의 氣候조건과 經濟性이 있는 作目的 限定性 때문에 作付體系를 雜草防除 率만을 위해 수립하기 어려운 실정이다. 둘째로 初期生長이 느려서 雜草와의 경쟁력이 약한 作目은 가능한 한 移植栽培를 하는 것이 有利하다.

셋째로 適期에 다소 密植栽培하는 것이 바람직하나 作目에 따라 密植하면 雜草防除 외의 栽培管理가 어렵고 高品質의 收穫物을 생산하기 어려워 限界가 있다. 대체로 가을에 파종하여 월동시키는 禾穀類, 콩, 감자, 고구마와 같이 地面을 빨리 피복하는 作物의 경우에는 밀식의 果가 크다. 한국의 기후조건에서 4월 하순~5월 상순에 파종, 또는 이식하여 여름~가을에 수확하는 여름作目과 마늘, 양파, 파와 같이 草冠이 작고 오랜기간 栽培되는 作目의 경우에는 밀식하여도 그리 큰 果를 보기 어려우므로 中耕管理機 및 刈草機 등에 의한 雜草防除管理를 쉽게 할 수 있도록 栽植거리를 조절해야 한다.

넷째로 늦봄 이후 파종, 이식되는 대부분의 作目은 Monsoon기후권하에서 春季雜草와 夏生雜草, 乾生雜草와 濕生雜草가 경시적으로 무성히 發生하므로 無耕耘, 또는 最少耕耘에 의한 雜草防除는 매우 어렵다.

다섯째로 한국적 기후와 잡초발생 상황에서 밭 雜草防除에 가장 보편적으로 효과적인 方法은 부초~검은 비닐 피복이다. 그러나 作期를 앞당겨 투명비닐 피복재배를 하고 있는 作目들의 경우 모두 부초나 검은 비닐 피복은 雜草防除 果는 증대시키나 地溫上昇 果가 감소되는 問題가 있다.

### 2. 主要 防除技術의 문제점과 改善方向

1) 敷草 : 부초를 충분히 두텁게 하면 光不足으로 雜草發生을 크게 억제한다. 부초는 土壤水分 보존에도 효과적이고 作期가 끝난 후 耕耘하여 作土層에 흔입시키면 有機物 供給 果가 있고 土壤의 粒 구조를 개선하는 果도 있다. 그러나 부초는 투명비닐 피복에 비해 地溫을 낮게 한다. 부초의 제일 큰 短點은 최근 부초재료를 구하기 어렵고 재료구입, 부초작업 및 追肥 및 培土 등의 作業을 할 때 作業量이 늘어서 費用이 增加하는 점이다. 과거에는 딸기 노지재배 경우 짚을 깔았으나 麥類農事가 현저히 줄고 벼를 combine으로 수확하기 시작한 이후 부초용 짚을 구하기는 커녕 버섯재배용 벗짚도 구하기 어려운 실정이다. 그러나 충남 서산지역에서는 생강과 마늘재배에 벗짚을 부초하는 農家가 아직도 많다. 부초의 材料로

최근 미국에서는 allelopathic effect가 큰 호밀짚, 귀리짚, 수수경엽 부순 것, 해바라기 줄기 부순 것 등을 권장하고 있다. 단 부초를 할 경우에도 多年生 雜草는 多少間 發生하므로 補完的 잡초방제를 하여야 한다.

2) 비닐 被覆(plastic film mulch) : 지난 20여년간 참깨, 고추, 담배, 땅콩, 딸기, 단옥수수, 감자 등의 栽培에서 매우 보편화된 方法이다. 초기에는 투명비닐을 주로 사용했으나 근래에는 검은 비닐, 흑백교호(검은 부분 + 투명 부분 + 검은 부분)비닐의 사용도 증가하고 있다. 앞서 언급한 바 地溫上昇 果가 雜草防除 果보다 더 중요할 경우에는 의당 투명비닐을 선택하게 된다. 이와 같은 비닐 멀칭은 비닐과 비닐 피복 노력에 드는 費用보다 피복으로 얻는 소득증가가 클 경우 채택되고 있다. 현재 비닐 피복에서 문제점은 ① 不良 자재인 경우 흑색 비닐의 두께가 충분치 못해 값은 싸나 地面이 들여다 보이는 정도라서 雜草發生 억제가 매우 미흡하고, ② 투명비닐(표준두께 0.03mm)도 規格 미달품이 유통될 뿐만 아니라 黑白을 막론하고 作物 수확후 폐비닐 收去가 매우 미흡하여 경지만을 오염시키고 있다. ③ 여름 작물의 투명 비닐 피복 후 초기에는 비닐이 地面에 밀착되어 있고 작물의 포기 밑동에 培土가 되어 비닐 속으로 바람이 통하지 않아 水分保存과 雜草生長 抑制 果가 크나 한달 쯤 지난 후부터는 비닐이 펼링이기 시작하고 雜草生育은 노지보다 오히려 왕성하게 되는 문제가 있다. 검은 비닐 피복 경우에는 이 문제가 약간 작지만 흑색, 투명을 막론하고 포기 밑에 파종 또는 정식 후에도 培土를 2회 이상해야 한다. 봄, 가을 作物들의 경우 투명 비닐, 흑백 흑 비닐은 비닐 피복에 의해 바랭이와 명아주, 돌피의 발생이 많아지고 雜草防除 果는 기대하기 어렵다. ④ 追肥, 培土, 支柱세우기, 灌溉, 中耕 등 중간 관리가 많은 채소類의 비닐 피복재배에서 어려운 점은 作物 生育 中間 管理에 비닐 피복이 방해되는 점이다. 따라서 다소 밀식재배를 하고 溫度 上昇, 土壤水分保存, 初期發生 雜草의 抑制 果를 얻은 후가 되고, 作物의 草冠이 제법 무성해진, 파종 또는 定植 후 한달 반~두달 쯤 되는 時期에 비닐을 걷고 中耕 등의 관리를 해주는 方法도 고려해볼만 하다.

3) 機械的 方法 : 作物의 파종, 또는 苗의 定植을 위한 耕耘은 거의 必須의이다. 경우에 따라 無耕耘, 또는 最少耕耘法을 적용할 수 있지만 이 경우 既生 雜草 除草는 割取(낫게 낫개)하거나 火炎으로 防除하여야 한다. 일부 先進國에서 노지재배하는 경우 全面 耕耘 栽培 후 파종하고 열흘~보름 뒤에 트랙터에 빗자루를 설치해 막 발생한 雜草 幼苗를 짹싹 쓸어죽이거나, 表土를 살짝 깎어서 幼苗를 말려 죽이는 경우, 불꽃처리기를 사용하는 경우 등 여러 方法이 研究開發되고 있다. 그러나 先進國에서 개발되고 있는 대부분의 機械는 우리의 경우 耕種體系가 달라 그대로 적용하기 어렵다. 우리나라의 실정에 맞는 除草機械들이 하루빨리 多樣하게 개발보급되어야 하는데 國內 農機械會社들은 소위 '큰 品目'에만 주로 신경을 쓰고(?) 있다. 機械的 防除에서 제일 문제되는 것은 機械의 크기 및 구조와 作物의 栽植 거리와의 關係이며, 다음으로 費用이고, 그 밖에 근본적으로 作物에 제일 피해가 큰 포기 주위의 雜草防除가 거의 不可能하고 作物의 크기가 제법 커진 파종, 또는 정식 한달 반 쯤

이후에는 作物體의 損傷 때문에 사용하기 어려운 점이다. 火炎防除機는 유럽과 北美, 日本의 小面積 作物재배에서 일부 利用되고 있으나 가장 오랫동안 많이 사용했던 미국의 면화재배에서는 費用과 果의 限界性 때문에 사용을 안한 지 20년 이상이나 된다. 그 밖에 實驗研究水準에서 전자레인지와 같은 원리의 전자파장치를 트랙터에 부착하여 作土深 0~10cm 까지 소독하는 경우도 1970년대 초이래 종종 검토되었지만 실용적이지 않다.

4) 그 밖의 方法 : 園藝作物의 경우 連作障害가 중요한 問題인데 유리온실의 床土와 plastic house의 床土는 선진국에서도 토양 훈증제를 사용하여 土壤中病害箇과 線箇 및 雜草씨앗 등까지 消毒하여 雜草發生을 상당히 억제하고 있다. 토양 훈증제는 토양 및 作物體 잔류문제가 없으나 취급자와 周에 危害性이 커서 사용상 專問性이 요구된다. 우리 社會的與件은 아직 매우 미흡하며, 모든 農藥을 排他視하여 種子消毒劑까지 혐오하는 有機農法이라면 토양 소독제는 논의 할 필요가 없다. 이웃 日本에서는 최근 노지栽培에도 토양소독이 확대 보급되고 있다. 벼와 園藝作物의 育苗에서 人工자재를 쓰거나 床土를 증기소독, 또는 솥에 볶는 热處理를 하기도 하는데 최근 日本 나라地方에서는 溫室栽培用으로 太陽熱消毒機를 개발하여 有用하게 사용하기 시작하였다고 한다. 우리도 開發해봄직하다.

5) 生物學的 方法 : 生物體 含有 또는 代謝產物 中 除草活性이 있는 化合物을 순수 분리하여 사용하는 경우를 제외하면 근래 Canada의 밀栽培에서 잡초 roundled mallow防除에 탄저병균을 이용하는 제품 BioMal이 개발되었고, 그 밖에 北美에서 問題雜草인 leafy spurge, Canada thistle, musk thistle, Russian thistle, Italian thistle, milk thistle, sicklepod, knapweed, St. Johnswort, Scotch broom, yellow nutsedge 등에 대해 生物 除草劑들이 일부 成功的으로 사용되었고, 일부는 활발히 연구되고 있다. 그리고 生物除草劑 중 제일 일찍 실용화되었고 유명한 것은 中國에서 개발되어 1963년부터 콩밭의 寄生雜草 새삼類(Cuscuta spp.) 방제에 효과를 거둔 Lubao No. 1을 들 수 있다. Lubao. No. 1은 탄저병균 Collectotrichum gloeosporioides 分生胞子를 이용하며, 1970년대에 미국에 도입되었고 개량제품 Lubao 11 등이 일부 이용되고 있다. 그러나 이러한 이미 개발된 미생물 제초제들은 우리의 雜草植生 및 營農體系에 맞지 않는다. 國內에서도 이에 관한 研究가 몇몇 研究所에서 연구되고 있으며, 2000년대 초부터는 일부 실용화될 수도 있을 것이나 生物除草劑의 公通된 限界性은 극복되기 어려울 것이다.

## V. 果樹園에서의 有機農業의 雜草防除

과수원에서의 雜草防除는 氣候, 地形과 位置(특히 傾斜度와 排水性), 果木의 종류 등에 따라 清耕法, 草生法, 피복작물재배법, 雜草草生法, 部分草生法, 敷草法 등으로 基本 雜草

管理類型이 선택된다.

清耕法의 경우에는 耕耘과 刈取가 基本 防除技術이고 부초할 수 있으면 두껍게 하고 매년冬季에 耕耘해주면 된다. 草生法은 全面草生은 문제가 많으므로 대부분 樹冠下에는 清耕하고 株間을 草生으로 하는 部分草生으로 하게 되는데 草生의 種類가 흰토끼풀, orchardgrass, Italian ryegrass 등 피복作物로 할 것인가, 또는 自生雜草로 할 것인가의 問題가 있는데 피복作物을 재배할 경우 年次가 진행되면 雜草들이 侵入하여 원래의 植生을 유지하기 어렵게 된다. 草生의 生長이 왕성하면 草地 또는 잔디밭 관리에 준하여 자주 낫게 刈取하는 것 밖에는 별다른 管理를 할 수 없다. 여러 果樹 중 樹種에 따라 비교적 粗放的草生관리를 하여도 무방한 경우가 있고 정밀하게 草生관리를 해야하는 경우가 있으며 草生의 生長을 억제하기 위해 생장조절제를 사용할 수도 있으나 有機農業에서는 모든 農藥을 排除하려고 하므로 선택하기 어렵다. 그리고 深根性 果樹 경우는 草生法이 可能하나 淺根性인 포도 등에서와 幼木의 경우에는 敷草 또는 비닐 멀칭 등을 고려할 수 밖에 없다. 成木의 樹冠下에는 일부 果園에서 두꺼운 섬피 등 光을 차단하는 멀칭을 하기도 한다. 이와 같이 여러方法을 적용할 경우에도 多年生 雜草의 침입과 증식을 매우 경계하여야 하므로 결국 이들의 침입 초기에 補完의 防除努力을 들여야 한다.

生物學的 防除로는 草生 刈取대신 염소를 적절히 利用할 수 있으며, 미국의 감귤원 등지에서 문제시 되었던 climbing milkweed 방제에 병원균 Phytophthora palmivora를 이용한 상품 Devine이 부분적으로 활용되다가 생산비가 비싸서 제품생산이 한동안 중단되었으나 1996년부터 Abbott Laboratories에서 다시 생산 보급하게 되었다. 앞으로 特殊 問題雜草들에 대한 生物除草劑들이 계속 개발될 전망이지만 우리의 경우 가까운 장래에 生物除草劑들이 큰 貢獻을 하리라고는 생각하기 어렵다.

## VI. 結　　言

有機農業～無除草劑 農業을 위해 이상 여러 雜草防除技術의 現況과 가까운 未來에 관해 검토하였으나 基本原理를 벗어나는 획기적인 手段方法은 없으며, 合理的인 耕種管理, 畜田輪換, 作付體系의 樹立, 敷草, plastic film mulch, 機械的 防除의 多樣化가 基本技術이며, 이를 위해서는 生產基盤의 向上, 政府의 農業政策 및 社會構造의 改善이 要求된다. 한편 놀라운 것은 有機農業의 雜草防除技術 開發을 위한 國內의 研究가 매우 不足하며, 이러한 研究의 重要性에 대한 認識과 研究人力이 매우 不足한 것이다. 그리고 除草劑를 전혀 사용하지 않을 수는 있지만 그런 條件은 除草劑 低投人 農法에 비해 合理的 雜草防除管理에 너무나 많은 制約과 生產費 增加, 營農努力 增加를 초래하고, 그럼에도 불구하고 環境危害性/安全性에서 얻는 것이 없다고 할 것이다. 이러한 諸般 問題點들에 대한 깊이 있는 研究의 活性화부터 시급함을 알리면서 本稿를 맺는다.

## 參 考 文 獻

1. A. D. Worsham, G. G. Nagabhushana and J. P. Yenish. 1996. The Contribution of No-Tillage Crop Production to Sustainable Agriculture. JIRCAS International Symposium Series No.4: 57-64.
2. Alden S. Crafts, and Wilfred W. Robbins. 1973. Weed Control. Tata McGraw-Hill Book Company, Inc., New Delhi, India.
3. 卞鍾英, 具滋玉, 具然忠. 1997. 雜草管理를 위한 環境親和的 栽培技術. 韓國雜草學會誌 17(1): 124-134.
4. 최민규, 백남현, 김상수, 양원하, 신현탁, 조수연. 1997. 맥류 수확동시 벼 직파재배에 관한 연구. 韓國作物學會誌 42(別冊2): 92-93.
5. 崔庸哲, 李正云, 金永九. 1997. 生物農藥의 開發現況과 今後展望. 韓國雜草學會誌 17(1): 112-123.
6. 조영순, 최진룡, 이병진. 1997. 벼-자운영 무경운 전답직파 재배체계에서 벼의 파종 밀도와 유수형성기 준비 시용이 벼 생육특성과 수량에 미치는 효과. 韓國作物學會誌 42(別冊2): 86-87.
7. David O. Tebeest. 1991. Microbial Control of Weeds. Chapman and Hall, New York.
8. Douglas D. Buhler. 1996. Adjust Weed Control Starategy For Conservation Tillage(It's important to understand how weeds respond to changes in tillage systems). WEED CONTROL MANUAL 30: 52-53.
9. Glenn C. Klingman, Floyd M. Ashton and Lyman J. Noordhoff. 1982. Weed Science: Principles and Practices Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., U.S.A.
10. Hidejiro Shibayama. 1994. Integrated Management of Paddy Weeds in Japan: Current Status and Prospects for Improvement. Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia. FFTC Book Series No. 45: 78-87.
11. Hidejiro Shibayama. 1994. Proceedings of an FAO-CABI International Workshop on New Initiative For Weed Control in Rice in Japan. Appropriate Weed Control In Southeast Asia: 27-34.
12. 黃正東, 朴成泰, 金相列, 李基榮, 金純哲. 1997. 벼 無耕耘 乾畠直播栽培時 둑새풀 防除適期 究明. 韓國雜草學會誌 17(4): 362-367.
13. 伊藤一幸. 1995. 寒冷地水田の雑草制御における水温と水深の管理. 日本雜草學會 第11回 ッンポジウム(今後の水稻作における水管理と水生雑草の反応): 13-33.
14. Judy Ferguson. 1996. Herbicide-Resistant Crops Arrive (Herbicide manufacturers and seed companies are joining forces to commercialize hybrids that can

- be used with certain herbicides, giving growers another weed management tool). WEED CONTROL MANUAL 30: 57-60.
15. 강화석. 1998. 유기농업과 기계적 잡초방제. 한국유기농업학회 심포지움 발표자료 (유기농업에 있어서 잡초관리).
  16. Keith Moody. 1996. Sustainability in Rice Weed Management. JIRCAS International Symposium Series No. 4: 48-56.
  17. 金都淳. 1993. 벼 直播栽培 條件에서 피와 벼의 出現 및 初期 生長 特性. 서울대학 교석사학위논문.
  18. 金吉雄, 朴光鎬. 1997. 除草劑 新機能 作物品種 利用 雜草防除 技術. 韓國雜草學會誌 17(1): 80-93.
  19. 김장용, 홍광표, 강동주, 신원교, 최진룡. 1997. 무경운 어린모 기계이양재배가 벼 생육특성 및 수량에 미치는 영향. 韓國作物學會誌 42(別冊2): 90-91.
  20. 김종진, 전은수, 박상호, 박동진, 김창진, KIST 생명공학연구소. 1997. 진균제초제를 이용한 토끼풀의 방제 및 제제 안정성. 韓國雜草學會誌 17(別冊2): 50-51.
  21. 具然忠, 成耆英, 宋得永, 李相福, 許一鳳. 1997. 畜田輪換에 따른 雜草 發生 變化. 韓國雜草學會誌 17(2): 157-162.
  22. 草得一, 近内誠登, 芝山秀次郎. 1994. 雜草管理ハンドブック. 朝倉書店. 東京.
  23. 권오도, 신해룡, 김석언, 박태동, 구자옥. 1997. 벼 무경운 재배년수에 따른 생육 및 수량. 韓國作物學會誌 42(別冊1): 96-97.
  24. 權容雄, 金都淳, 朴相原. 1996. 土壤溫度가 벼와 피의 出芽速度에 미치는 影響. 韓國雜草學會誌 16(2): 81-87.
  25. 이변우, 최일선, 이학래. 1997. 종이밀칭 이양재배에서 잡초발생과 벼의 생육 및 수량. 韓國雜草學會誌 17(4): 368-374.
  26. 이영문. 1998. 태평농법. 한국유기농업학회 심포지움 발표자료 (유기농업에 있어서 잡초관리).
  27. Marshal D. McGlamery, Ph.D.. 1996. Integrating Non-chemical Controls(Good cultural and crop managment practices are the backbone of any weed control program) WEED CONTROL MANUAL 30: 56.
  28. Noah Poritz. 1996. Beneficial Organisms(Predators & Parasites). WEED CONTROL MANUAL 30: 49-5.
  29. 농림부. 1997. 한국의 환경농업 정책방향.
  30. 박호기, 오영진, 유철현, 서석기, 김학신, 박문수. 1997. 무경운 로타리 동시파종이 콩 수량 및 토양특성에 미치는 영향. 韓國作物學會誌 42(別冊2): 94-95.
  31. R. J. Aldrich. 1984. Weed-Crop Ecology. Breton Publishers-A Division of Wadsworth, Inc.. North Scituate, Massachusetts.
  32. Sharad C. Phatak. 1996. Biological Control Update. WEED CONTROL MAN-

- UAL 30: 48.
- 33. 蘇昌鎬, 梁奎承, 權容雄. 1996. 물달개비 莖葉의 沈水與否에 따른 生長, 養分吸收 및 光合成 比較. 韓國雜草學會誌 16(1): 14-20.
  - 34. 송득영, 이상복, 성기영, 구연충, 허일봉, 작물시험장. 피복작물 클로버를 이용한 옥수수밭 잡초방제 기술개발. 韓國雜草學會誌 17(別冊2): 6-57.
  - 35. Stephen O. Duke, Franck Dayan, and Agnes Rimando. 1998. Natural Products as Tools for Weed Management. Recent topics of weed science and weed technology (雜草科學・雜草抑制技術の最近の話題). 日本雜草學會・日本植物調節劑研究協會主催 講演要旨: 1-11.