[韓作誌(Korean J. Crop Sci.) 41(2) : 243~249(1996)]

벼 大規模 機械化 栽培에서의 技術上 問題點

蔡濟天* · 具千書* · 朴魯德*

Problems on Cultural Technique in Large Scale Mechanized Rice

Je Cheon Chae*, Chun Sur Koo* and Rhoe Deok Park*

ABSTRACT : To formalize the mechanization technique so as to build up competitiveness on the international market, a detail survey of a 104ha size rice farm, was made. And calculated to find out how many machine of each calibre are needed. It was found that he needed : 3 farm tractors, 3 combines, 4 grain dryers, 1 speed sprayer, 100 man days of labor for sowing, application of fertilizer and herbicide, respectively. And also needed 150 man days for combine harvesting and 60 man days for disease and pest control. It was found also that well timed harvesting is critically needed to keep rice quality. Because, in case when harvesting machine was beakdown to make harvesting time extended, then the quality drops down very much and also the farm income fall very much. Therefore, it is recommended that the amount of machine needed should be prepared and they should be well maintained so that harvest be completed in time.

Key words : Rice, Rice culture technique, Large scale mechanized rice cultivation, Harvest time, Rice quality.

우리나라 경지면적의 53%, 농업조수입의 40%[5]를 점하고 있는 쌀의 경쟁력 확보가 시급하다. 우리 쌀의 경쟁력이 취약한 원인에는 여러가지가 있겠으나 주 원인은 생산규모가 적고, 기계화를 통한 비용 절감기술이 미흡하여 생산비가 높은데 있는 것으로 지적되고 있다[3,8,9,10,18]. 따라서 이를 개선하기 위하여 정부에서는 농업진흥지역을 중심으로 농지기반을 정비하고 호당 경영규모를 개인의 경우 20ha, 영농법인 형태로는 100ha까지 확대할 계획을 세우고 있다[7].

경영규모가 커지면 농기계가 달라짐은 물론 파종, 이앙, 수확 및 수확후 관리까지의 전 과정에서 소규모 생산시와는 다른 여러가지 문제에 봉착하게 된다. 그러나 우리나라에서 대면적 기계화 벼재배에 관한 기술 및 경영면의 연구성과는 극히 빈약하다. 벼농사의 경영규모를 어느 정도로 함이 좋은지에 대하여 가족노동 중심 경영시 약 13ha 규모에서 비용이 최소화된다는 보고[11] 외에 소규모 농가 3~5ha, 대규모 농가 10~23ha, 최대 42ha까지도 보고[1,2,4,12,13,14]되고 있다. 그러나 대면적 벼재배시 재배기술과 생산비 문제를 종합적, 실증적으로 연구한 예는 전무하다.

이 연구는 현재 대규모로 경영중인 벼재배 농장을 표본으로 선정하여 그 농장이 현재 당면하고 있는 기술적 문제점이 무엇인가를 파악하고 생산비를 조사 분석함으로서 앞으로 우리 벼농사가 지향해야 할 대규모 기계화 벼농사의 경영기술 확립을 위한 기초자료를 얻고자 하였다. 본 고에서는

*단국대학교 농과대학(College of Agric., Dankook University, Cheonan 330-714, Korea)

**이 논문은 1994년도 교육부 학술연구조성비(지역개발연구)에 의하여 연구되었음. 〈'96. 2. 23 接受〉

기술적 문제점에 대하여 보고한다.

材料 및 方法

총면적 133ha, 실경작면적 104ha의 단국대학교 서산 간척답(충남 홍성군 갈산면 및 동 서산군 동부면 소재)을 대상으로 1988년 개답부터 1994년까지의 경영실적을 조사하였다. 경지정리가 잘 되어 있는 논은 필지당 크기가 50×100m, 면적 1,512평이며 이러한 필지 212개로 이루어져 있고 관배수 시설이 완비된 곳이었다. 사무실, 숙소 등 75평의 관리동과 건조, 도정, 저장고 및 창고 등 439평의 부속건물이 있다. 경작용 농기계로는 트랙터 3대(80마력, 로타리 부착), 콤바인 3대(6조식), 경운기 및 굴삭기 각 1대, 쟁기 3대, 고성능 분무기(4톤), 예취기 및 정지기 각 1대가 있으며, 건조기 3대(36석 2대, 46석 1대), 정미기 1대(30kw), 트럭 2대(2톤), 저장 도정용 콘베어벨트 2대, 양수기 2대를 보유하고 있었다. 경작인력은 일일 인부를 고용하여 경작하였다. 이 농장은 개답 후 6년 밖에 경과하지 않은 간척지이어서 토양조건이 일반 숙답과 다소 다르고, 대형 기계작업에 어려움이 있으며, 아직 생산력도 낮았다. 또한 기관 농장이므로 경영의 강도가 개인농장과는 다소 다르다. 그러나 벼의 대면적 기계화 재배기술상의 문제점을 파악하는데는 큰 무리가 없었다.

結果 및 考察

1. 종자 예조

이 농장에서는 10a당 6kg을 직파하는데, 논면적 104ha에 소요되는 총 벼 종자량은 6,300kg정도이었다. 야외 평지에 위치한 시멘트 골조의 탱크에서 매년 4월 25일에서 5월 10일 사이에 침종하여 5~7일간 계속한 후 3일간 최아시켜 평균최아장 0.1cm시에 직파하였다. 침종중 최고온도는 약 23℃로 그다지 높지 않았고 최아는 비닐하우스내 1단 비닐내에서 시키는데 고온으로 인한 모 썩음은 방지되고 있었다. 그러나 개답 초기에는 종자 최아시 높은 호흡열로 인한 뜸모를 경험하고 있었다.

벼 대규모 재배시의 종자 예조는 소규모 경영과 달리 다량의 종자를 취급하므로 침종 및 최아에 상당한 주의가 필요하였다. 100ha정도의 논면적이면 10a당 8kg를 파종한다고 할 때 약 8,000kg 정도의 많은 종자량이 소요되며 일반 농민은 이보다 더 밀파하는 경향이 있으므로 효율적으로 다룰 수 있는 장소와 용기가 필요하였다.

2. 경운 및 정지

경운은 3~4월에, 로타리 정지는 4월에 각 1회 실시하였다. 좁은 면적에서의 논갈이나 정지는 노력과 비용 개념이 크게 적용되지 않아 자주, 정밀하게 할 수 있으나 대면적을 한번 경운한다는 것은 상당한 작업량이며 비용이 든다. 또한 파종전 일정기간 안에 대면적의 경운, 정지를 완료한다는 것도 용이한 일이 아니다. 특히 벼 대면적 재배는 직파에 의존하게 되므로 더욱 균평한 정지를 필요로 하나 대면적이기 때문에 정밀한 작업이 용이하지 않았다. 따라서 대면적 재배일수록 불경운 또는 최소경운 직파기술의 도입이 바람직하였다.

3. 파종

개답 초기 수년간은 부분적으로 육묘 이앙도 병행하였으나 시간이 경과하면서 전적으로 인력에 의한 담수직파 방식을 취하였는데 표 1과 같이 매년 5월 1일~6일 사이에 시작하여 5월 22일~30일 사이에 종료되었다. 파종은 1인이 하루 8시간 작업하여 1ha를 직파하며 104ha 논 전체의 순 직파기간은 통상 10명이 투입되어 연인원 104명, 10.4일의 작업기간이 필요하였다. 그러나 공휴일, 우천 등 기상악화와 인력공급의 차질로 연속작업이 곤란하여 실제로는 그 두 배 정도의 파종기간이 소요되고 있었다.

직파초기인 1990년, 1991년에는 경험미숙으로 104ha 직파에 26일이 소요되었으나, 1992년에는 21일, 1993년에는 20일, 1994년에는 18일로 경험축적에 따라 매년 소요기간이 단축되었다. 또한 직파기술 향상과 체계의 효율화에 힘입어 입모율이 향상되고 이에 따라 파종후의 보파량도 감소되

Table 1. Direct seeding period in mechanized rice culture of 104ha scale

Year	First seeding date	End of seeding	Seeding period(days)
1990	May 4	May 30	26
1991	May 4	May 30	26
1992	May 1	May 22	21
1993	May 5	May 25	20
1994	May 6	May 24	18

었다. 외국의 경우 대면적 벼 파종시 항공기나 무인 헬리콥터를 이용[19]하는데 비해 우리는 대면적을 인력직파에 의존함은 불합리하기도 하나 현실적인 대안이 없었다. 그러나 인력직파일지라도 인력의존도를 더 줄이면서 작업기간을 단축시킬 여지는 있어 보였다.

4. 시비

5월 초순에 기비로 복비(15-10-10)를 30kg/10a시용하고, 6월 초순에 추비로 요소 실량 50kg/10a를 시용하며 수비로 복비(18-0-18) 4kg/10a를 시용하는 년 3회 인력시비 체계를 채택하고 있었다. 1ha 시비에 대략 1인이 소요되므로(8시간 근무기준) 논 전체 1회 시비에는 10인이 투입되어 약 11일간, 연인원 110인이 소요되었다.

관행 소규모 재배에서는 N, P, K 단비를 줄 수도 있고, 시비 노력을 큰 부담으로 느끼지 않으나 대면적 재배시는 단 1회라도 시비에 드는 인력과 인건비 부담이 상당하다. 따라서 시비량도 중요하나 생력을 위하여 시비횟수와 인력을 줄이는 방향으로 궁리할 필요가 있다. 한편 시비횟수를 줄이기 위하여 복비를 선호하게 되는데 이는 가격이 비싸고 불필요한 성분도 함께 주게 되므로 저렴하고 효율적인 복비의 개발 또는 생력화를 위한 액비의 보급이 필요하다고 보여졌다.

5. 병충해 방제

본 농장의 경우 병해는 크게 문제되지 않으나 충해는 벼 모기붙이, 굴파리, 흑명나방, 벼멸구 등이 자주 발생하고 있었다. 살충, 살균제를 혼합하여 년 1~3회 살포하는데 전체 논면적 100ha에 1회 살포기간은 자체 방제시 4톤 분무기 1대에 6명 1조로 작업하며 1일 10ha, 연 10일이 소요되었다. 외부도급일 경우 방제기 2대로 5일이 소요되었다. 1회 살포에 연인원 60명이 필요하므로 년 3회 살포시에는 연인원 180명이 필요하다. 최근 들어 농약 살포량이 줄어들고 있기는 하나 아직도 방제작업은 생략할 수 없는 주요 농작업이다. 한번 방제할 때마다 막대한 인력과 비용이 드는데다 3D 작업이어서 앞으로는 인력 구하기도 쉽지 않을 것이므로, 대면적재배일수록 방제가 필요없도록 사전예방 위주로 재배하는 일이 무엇보다도 중요하다.

한편 본 농장 보유 방제기 노즐의 분사거리는 20~25m인데 논 한 필지의 크기는 50×100m이므로 농로에서 살포시 여유있게 살포하기가 어려웠다. 대면적 논의 필지 크기는 적게는 5단보에서 크게는 2정보짜리도 있으므로 벼 대면적 구획시는 농로에서 분사가 가능토록 방제기의 분사거리를 개선하던가 아니면, 방제기의 분사 도달거리를 고려하여 농로의 폭이나 필지 구획 등을 궁리할 필요가 있었다.

6. 잡초방제

입제 제초제를 년 1회 인력으로 살포하고 있었는데 처리 효과는 만족스럽지 못하였다. 대체로 직파 2~3일 후부터 살포하기 시작하여 논 전면적 살포에 연인원 약 100명, 연 800~850시간이 소요되고 있었다. 따라서 10명이 투입되면 104ha 살포에 순수 작업기간 10~12일 소요되었다.

일반 이앙답의 잡초방제는 만족스러운 제초제가 보급되어 있어서 년 1회 처리로 소기의 효과를 볼 수 있으나, 직파재배에서는 적합한 제초제가 보급되어 있지 못하여 년 2~3회 처리되기 쉽다[19]. 따라서 대면적재배시는 인력과 비용 부담이 만만치 않다.

한편 제초제의 약효를 극대화하고 약해를 회피하기 위하여는 파종후 정해진 날자에 처리하여야

하는데 104ha재배시 직파에만 약 20일이 소요되므로 파종전후~파종후 10일 이내가 처리적기인 초기 제초제보다는 중, 후기 제초제를 선택하는 것이 바람직하다. 아울러 대면적 재배시에는 잡초 방제 횟수를 최소화하도록 할 필요가 있다.

7. 물관리

1,512평짜리 필지 212개로 구성된 본 농장은 농어촌진흥공사의 기술지원과 현대건설의 시공으로 관배수시설과 구배처리가 잘 되어 있어 효율적인 물관리가 가능하였다. 용수는 인근 농조로부터 공급받으며 104ha의 논면적에 대한 물관리인은 1인뿐이나 1일 8시간 근무로서 년중 물관리가 가능하였다. 대면적임에도 물관리 인력이 1명임은 효율적인 관배수 체계의 중요성을 뜻한다고 보여진다.

8. 수확 및 탈곡

104ha에 대한 벼 수확은 일제 6조식 콤바인 3대로 작업시 10월 초순부터 시작하여 11월 말, 해에 따라서는 12월 초에 종료되었다(표 2). 콤바인 고장에 의한 작업지연을 포함한 수확작업기간은 빠른 해에는 32일, 늦은 해에는 58일이 소요되었다. 악천후, 공휴 등에 의한 작업지연일을 제외한 실 수확작업기간은 25일 정도이었다.

콤바인 1대당 1ha 수확에 소요되는 시간은 고장이 없을 경우 4시간 정도이나 고장을 포함하면 두배인 8시간 정도가 소요되었다. 소요인력은 운반작업을 제외하고도 콤바인 1대에 2인이 필요하여 하루 6인, 전체면적 수확에 25일이 걸리고 연인원 150명이 소요되었다. 수확작업시 가장 문제가 되는 콤바인 고장빈도는 2일에 1회 꼴이었고 악천후에 의한 수확지연 빈도는 년 3~5회 꼴이었다. 웬만한 고장은 자체수리가 가능하여 시간이 절약되고는 있으나 콤바인 고장은 실제 수확작업 있어서 매우 심각한 문제이었다.

잡초 나도겨풀의 줄기가 콤바인 고장의 원인이 되고 있었으며 직파벼의 도복도 고장을 초래하는 원인이 되고 있었다.

한편 수확이 가장 늦었던 1991년의 벼를 대상으로 쌀의 품위를 조사해 본 결과(표 3) 도정특성

Table 2. Harvest period and days after heading in mechanized rice culture of 104ha scale

Year	First harvest	End of harvest	Harvest period(days)	Days after heading
1988	Oct. 5	Nov. 20	46	87
1989	Oct. 10	Nov. 23	44	90
1990	Oct. 7	Nov. 8	32	75
1991	Oct. 7	Dec. 4	58	100
1992	Oct. 10	Nov. 28	49	95
1993	Oct. 11	Nov. 12	32	79
1994	Oct. 4	Nov. 4	30	71

Table 3. Effect of harvest time on grain quality criteria for grading in mechanized rice culture of 104ha scale(var. Dongjinbyeo)

Harvest time	Brown/rough	Milled/brown	Milling	Milling	Head rice ratio(%)	
(DAH)	rice ratio(%)	rice ratio(%)	yield(%)	loss(%)	Brown rice	Milled rice
50	82.8	87.8	72.8	12.2	85.5	77.5
75	82.6	87.0	72.6	13.0	82.7	61.8
92	82.2	85.4	71.6	14.6	80.6	59.8
F-value	15.73*	76.4**	2.32^{NS}	69.43**	16.02*	79.0**
LSD .05	0.33	0.56	–	0.59	2.43	4.27
LSD .01	0.55	0.94	–	0.97	4.04	7.08

※ DAH: Days after heading

Table 4. Effect of harvest time on grain quality in mechanized rice culture of 104ha scale(var. Dongjinbyeo)

Harvest time (DAH)	Alkali digestion value(%)	Gel consistancy (mm)	Volume expansion (mg /l)	Soluble solid (%)	Iodine blue value
50	5.4	28.7	2.49	0.48	3.10
75	6.1	30.5	2.73	0.47	3.25
92	6.3	35.0	2.92	0.54	3.40
F-value	7.66*	45.87**	40.64**	9.07*	8.90*
LSD .05	0.66	1.89	0.12	0.04	0.20
LSD .01	–	3.13	0.21	–	–

※ DAH: Days after heading

은 수확이 출수 75일 이후로 늦어지면 완전립 비율이 크게 감소하고 도정감이 증가하는 등 뚜렷하게 나빠졌다. 미질을 조사해 본 결과는 표 4와 같다. 쌀전분의 호화온도를 간접적으로 측정하여 미질을 나타내는 척도로 쓰이는 쌀알의 알칼리 붕괴도는 수확시기가 출수 75일 이후로 늦어지면 뚜렷하게 증가하였으며 미질과 밀접한 관련이 있는 호응집성 역시 수확시기가 출수 75일 이후로 늦어지면 크게 증가하였다. 밥물의 팽창용적, 고형물용출량 및 요오드 정색도 등도 출수후 92일에 극단적으로 늦게 수확한 경우 뚜렷하게 증가하였다.

소면적 재배시에는 수확적기라고 생각될 때 하루 이틀 콤바인 작업을 하면 수확이 끝나지만, 대면적재배의 경우에는 여러 이유로 자연히 수확기간이 길어지기 쉽다. 그렇다고 값비싼 콤바인을 무한정 다수 보유할 수도 없다. 특히 건조시설이 여의치 않은 농가가 대면적 재배를 하게 되면 건조노력을 줄이기 위하여 더욱 늦게 수확하기 쉬운데 이렇게 되면 미질은 더욱 나빠지기 쉽다[15,16].

미질을 고려한 벼의 수확적기는 출수후 50±5일 전후로 알려져 있는데[6,11,15,17], 본 조사에서 수확이 가장 늦었던 1991년은 가을 늦게 강우가 많고 도복이 심하고 또 콤바인 고장이 빈번하였던 관계로 12월초까지도 수확되어 벼의 출수후일수가 100일이 넘는 경우도 있었다. 따라서 내도복 품종을 심고 콤바인 고장을 최대한 방지하며, 수확이 출수 70일 이후로 늦어지지 않도록 품종을 조합, 파종하여 출수기의 분산과 적기수확이 가능토록 하는 기술의 적용이 요망되었다.

9. 건조

수확한 벼는 36석용 2대, 46석용 1대 등 건조기 3대로 건조하고 있었다. 건조온도는 45~50℃, 목표 건조 수분함량은 16%이었다. 수분함량 28% 내외인 물벼를 16%까지 건조시키는데 5~10시간이 소요되었다. 이 농장에서는 수확기에 매일 벼 25톤(25kg 들이 콤바인 마대 1000개 수확)정도가 수확되는데 건조기 3대의 1일 건조능력은 16~18톤에 불과하여 수확물량이 많아지면 건조 불충분으로 미질이 떨어지고, 건조능력에 맞추어 수확하면 수확작업 능률이 저하하는 경향이었다. 논 전체면적 수확분을 건조 완료하는데 소요되는 기간은 건조기 정상 가동시 25일 정도가 소요되었다.

벼의 대면적 재배시에는 대형(6조식) 콤바인으로 수확하므로 매일 상당한 물벼가 들어오며 이에 따른 건조작업도 용이한 일이 아니다. 일반 숙답에서 콤바인 1대가 하루 2ha 정도를 수확한다면 대당 하루에 수확하는 벼는 약 12톤 정도이며, 대형 콤바인을 3대를 가동한다면 하루 36톤의 벼가 건조되어야 한다. 논 100ha 정도의 대면적을 경영한다면, 콤바인 수확능력에 맞게 건조시설을 하거나 건조능력에 맞추어 콤바인을 가동할 필요가 있다. 특히 풍년의 해에는 건조할 벼가 시설용량 이상으로 증가하여 곤란해질 수도 있다. 벼 대면적 재배에서는 미질의 저하를 방지하기 위하여 너무 늦게 수확되지 않으면서 콤바인의 작업능력과 건조기의 건조능력에 맞추어 계획적으로 수확하는 궁리가 필요하다.

10. 도정

도정 기종은 시간당 백미 960~1,000kg 도정 성능의 30kw급 1대이었다. 이 도정기로 수확물량 전부를 도정하는데는 35일 정도가 소요되었다. 아직까지 소규모재배인 우리나라 벼농사에서는 재배, 수확, 탈곡 및 건조까지만을 중요하게 생각하여 왔고 도정은 정미소에 맡기는 등 별개로 생각하여 왔다. 이 농장에서도 도정기가 설치된 위치가 벼 건조기 및 저장고와 유기적으로 연계되지 못하여 도정과 운반에 상당한 품이 들고 있었다.

摘 要

104ha의 대규모 기계화 벼농장을 대상으로 그 농장이 당면하고 있는 재배기술상의 문제점이 무엇인가를 파악하여 앞으로 우리나라 벼농사가 국제경쟁력을 갖추기 위해 지향해야 할 대규모 기계화 벼 재배기술 확립에 기여코자 하였는 바 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 104ha 규모의 경영을 위한 주요 농기계로 트랙터(80마력) 3대, 콤바인(6조식) 3대, 건조기(40석) 4대, 방제기 1대(4톤)가 필요하였다. 그러나 대면적재배에서 가장 중요한 문제는 적기수확이 가능토록 합리적으로 품종을 조합하고 알맞는 성능과 대수의 콤바인을 투입하며 고장없이 효율적으로 가동하고, 건조능력에 맞추어 수확물량을 조절하는 것이었다.
2. 104ha 논면적에 1회의 파종, 시비 및 제초제 시용을 위하여는 각각 연인원 100명씩이, 콤바인 수확에는 연인원 150명, 농약 1회 살포에는 연인원 60명의 인력이 소요되었다.
3. 대면적 논의 필지구획시에는 시판중이거나 보유중인 농기계의 성능을 고려하여 필지 크기를 정할 필요가 있다.
4. 벼의 대면적 재배일수록 수확작업이 늦어져 미질이 극히 나빠질 가능성이 매우 높았다. 104ha 규모에서 벼의 수확이 출수후 100일이 넘는 예가 있었다.
5. 대면적 경영일수록 단 1회의 농작업은 많은 인력, 자재 및 비용의 투입을 뜻하므로 소면적 재배와는 달리 생력을 위한 각별한 노력이 필요하다.

引用文獻

1. 강정일 외. 1990. 기계화영농단의 효율적인 관리 및 육성 방안. 농촌경제연구원.
2. 강창용 外. 수도작 기계화의 적정규모에 관한 연구. 한국농촌경제연구원 연구보고 329.
3. 權容雄. 1994. 벼 栽培 省力化 技術 普及方案. 地域農業發展을 위한 심포지엄자료 "京畿地域 農業 生產費節減方案". 京畿道農村振興院. pp.3-44.
4. 김정호. 1993. 자립경영의 목표와 규모기준에 관한 고찰. 농촌경제 16(4). 한국농촌경제연구원.
5. 농림수산부. 1994. 농림수산통계연보.
6. 農山漁村文化協會. 1990. 稻作大百科
7. 농어촌진흥공사. 1994. 영농규모화사업 학술토론회 발표자료.
8. 농촌진흥청. 1994. UR대책자료집 82호. 개방화에 대응한 주요 농산물의 경쟁력 제고 방안.
9. 박진환. 1996. 한국쌀의 재인식과 발전방향, 한국쌀연구회 창립기념심포지움자료, 한국쌀연구회.
10. 徐箕源. 1991. 美國의 쌀 生產 實態와 市場開放時의 對應方向. 國際農業開發學會誌 3(2):85-97.
11. 松尾孝嶺. 1990. 稻學大成 (第1,2,3卷). 農山漁村文化協會.
12. 신동완 外. 적정영농규모조사 및 농업경영모델 개발연구. 농진공.
13. 유병서. 1994. 영농규모확대의 필요성과 가능성. 농업정책연구 21(1).
14. 鄭弘祐. 1994. 京畿地域 農業 生產費節減 課題와 展望. 地域農業發展을 위한 심포지엄자료 "京畿地域 農業 生產費節減方案". 京畿道農村振興院. pp.3-44.

15. 蔡濟天 外. 1992. 벼 生産後 品質管理實態 및 改善方案 硏究. 農村振興廳.
16. 蔡濟天, 金成坤. 1992. 우리나라의 쌀 需給現況과 米質硏究 動向. 中齊 張忠植博士 華甲紀念論叢(自然科學 編): 253-264.
17. Chae, J.C., J.S.Kim and S.K.Kim. 1992. Effect of harvest time on quality of rice grain. Proc.of The 1st Asian Crop Science Conference:105-113.
18. 채제천 외 14명. 1995. 국제경쟁력 제고를 위한 농림수산기술개발 정책방향. 농림수산부 (544p).
19. 韓國雜草學會. 1992. 벼 直播栽培技術向上 심포지엄. 韓國雜草學會誌 12(3):199-308.