

인니 남칼리만탄의 저습지 벼농사기계화 작업기술 개발(1)

Development of mechanization on rice cultivation for swamp land in South Kalimantan, Indonesia(Part 1)

최광재* 박원규* 안진곤**
정회원 정회원
K.J. Choe, W.K. Park and J.G. Ahn

1. 서언

인도네시아 전역에 농경지로 개발 가능한 유향 저습지(Pasang Surut)가 수백만ha에 이르고 있으며, 지난 40여년간 주민 자력으로, 그리고 정부개발사업으로 개간하여 농경지면적을 계속 확대시켜왔다. 그러나 저습지 벼농사지대는 우기 기간에 강우의 배수가 어렵고 토양산도가 극히 낮아 농작물재배에 제약이 매우 크다. 이와 같은 배수조건과 토양산도의 악조건으로 인하여 농업기계화 거의 이용되지 못하고 있으며, 경운·제초작업이 인력에 의존하고 있어 저습지에 적합한 농기계 개발이 요구되었다.

한편 인도네시아 정부는 주곡인 미곡생산량의 부족으로 매년 베트남, 태국 등 해외에서 수입하고 있으므로, 저습지의 벼농사 기계화를 발전시켜 쌀 생산을 증가시킬 수 있도록 한국정부에 벼농사기계화 국제협력사업을 요청하였으며, 본 사업을 한국국제협력단(KOICA)주관으로 지난 4년간 농촌진흥청 및 농업기계화연구소에서 협력 추진하였다.

본 개발사업은 벼농사기계화가 낙후된 남칼리만탄의 벼농사 저습지대 시범지구에 벼농사 기계화 시범사업을 추진하여 경운기중심의 벼농사 기계화발전을 촉진시키고자 수행되었다.

2. 시험방법

가. 사업내용

1998~2001년(4년) 기간에 사업이 추진되었으며, 1999년부터 3년간 인니 농기계기술자 연수, 농기계 및 장비제공, 한국 전문가과견 기술지도 등을 추진하여 남칼리만탄의 대표적인 저습지대인 Banjar군, Tanah Laut군 Barito Kuala군의 10개 마을 2천여 농가 5,400ha를 시범지구로 정하였으며, 그후 3년간 시범마을을 확대하여 최종년도에는 5개군 44개 마을 19,287 ha 이었다.

시범지구(5개군 44개 마을 19,287 ha)

- Banjar군 : 15개 마을 7,432 ha
- Tanah Laut군 : 16개 마을 5,015 ha
- Barito Kuala군 : 11개 마을 6,140 ha
- Tapin군 : 1개 마을 300 ha
- Kotabaru군 : 1개 마을 400 ha

* 농업기계화연구소

** 농촌진흥청 국제협력센터

사업대상 농작업은 경운·정지, 방제, 수확, 운반 등의 기계화시범사업이며 적합 농작업기의 개발 개량 및 농기계이용기술 그리고 농기계정비를 위하여 도단위 농기계공작정비소 1개소와 3개군에 농기계정비소를 각 1개소 건립하였다.

농기계 및 장비투입은 3년간 경운기 200대, 관리기 15대, 트랙터 2대 휴대형 예취기 10대, 예도형4조예취기 2대, 동력분무기 40대, 농기계 부품 등이며, 발전기, 선반, 용접기, 절단기, 공구류 등의 공작 정비장비와 순회수리 트럭 및 농기계 이용확대를 위한 농로시공용 굴삭기가 포함 되었다.

나. 관행 농작업현황

인니의 저습지대 논은 지면의 경사도가 거의 0에 가까울 정도로 매우 평탄하나 배수로가 불충분하여 비가 오면 수심이 깊어져 쟁기 경운작업이 어렵다. 토양조건은 점토이며 경반(hard pan)이 없어 농기계 침하하기 쉬우며, 토양 산도는 PH 4~5 수준의 강산성 이어서 깊이 갈면 작물이 자라지 못한다. 이 지역에는 10월 하순부터 4월 상순까지 우기 기간이어서 거의 매일 1회 비가 오며 30℃내외의 고온 다습한 우기에는 논에 잡초가 무성하여 모심기가 어렵다.

시범지구의 농민은 전통적으로 축력을 사용한 경험이 없어 재래농기계의 일종인 꺾은 낫(Tajak, 무게 6kg)으로 풀을 제거한 다음 나무 꼬챙이로 논바닥에 구멍을 내고 모를 콧아서 모내기를 하고있다.

현지에는 1998년~2001년 기간 중 군부대보유 경운기를 농민이 임대하여 사용하는 경운기(구보다8PS)가 50대 있었으며 칼리만탄 소재 소규모 농기계제작 공장에서 제작한 50여대의 관리기형 로타리식 6ps가솔린엔진 경운기가 활용되고 있었다.

다. 시험기종의 종류

시범지구에 투입한 농기계는 경운기는 KTN-80SE 디젤8ps, 관리기는 KMC-850SK 가솔린6.5ps, 동력분무기는 해청40A 및 진영70A로 경운기에 탑재하였다. 예취기는 관리기부착용 4조예도형 이었고, 경운기 및 관리기는 쟁기 로타리를 부착기로 투입하였다.

저습지용 경운기의 제초·경운작업기는 단용쟁기, 원판쟁기, 회전식 쇄토기, 로타리, 씨레이며 습답 철차륜이 이용된다. 그러므로 국산경운기에 현지생산 작업기의 적용 가능성을 검토하기 위하여 경운기 히치를 개조하여 단용1련쟁기(Pajak), 견인식 회전쇄토기(Gelebek) 및 2련 디스크쟁기(Parabola)를 제공하였다. 1차연도에는 쟁기 로타리 철차륜 등을 포장 시험 하였고, 2차연도에는 인니형 회전쇄토기와 케이지휠을 현지에서 제작하여 시험하였으며, 3차연도에는 인니형 회전쇄토기, 인니형 단용쟁기, 원판쟁기, 철차륜 등을 현지 적용 시험하였다.

경운기 및 관리기는 조작성 용이하게 하기 위하여 핸들의 길이가 25cm 길게 개량한 것이며, 철차륜은 연약 토양의 논에서 경운기 무게를 지탱하기 어려울것으로 예상되어 드럼식 이중 철차륜으로 제작하여 수심이 깊은 논이나 지반이 연약한 논에서 침하에 견딜 수 있게 하였다. 시범사업지구에는 농로가 구비되지 않아 농기계이용을 위한 새마을 사업으로 논농사용 농로건설 사업계획을 수립 추진하였다.

라. 조사분석 내용

경운기 및 작업기의 포장작업 적응성을 평가하고 개량요인을 발굴하며 현지에 적합한 새로운 농작업 기술을 개발하였다. 농기계 투입에 의한 농작업 노동력절감 정도를 조사하고 작물의 생산성을 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 작업기의 적응성

1) 쟁기

단용쟁기(Pajak)는 쟁기의 히치 연결부위에 유격을 조정하는 장치가 없어 쟁기가 좌우방향으로 흔들려 운전이 불편하였으며, 2련 원판쟁기의 경우도 같은 경향이였다. 쟁기같이 작업면에서 토양의 반전 반전상태는 양호하였으며, 논에 잡초발생 밀도가 상당히 높아도 적용할 수 있었으며 이 지역 농민은 단용쟁기를 사용한 경험이 있어 단용쟁기를 선호하는 경향이였다. 이 쟁기에 의한 작업성능은 8시간 기준 1일 1ha 수준의 쟁기작업이 가능한 것으로 평가되었다. 원판쟁기는 2련 이어서 작업성능이 1일 1.5ha 정도 논갈이가 가능하였다. 다만 단용쟁기에 비해 중량이 무겁고 회행시 힘이 많이 드는 경향이 있다.

2) 로타리

논의 잡초발생 밀도가 높으면 로타리 경운작업중 로타리에 잡초가 감겨 종종 잡초를 뜯어내야 하는 문제가 발생되었으며, 특히 경운작업으로 하층토양이 상부 토양에 혼합되면 작물생육이 불량하게 되는 문제가 발생할 수 있다. 그러나 농민이 우려하였던 것처럼 심토의 독성물질이 벼의 생육에 악영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

인도네시아에 보급중인 안마 경운기 로타리날 회전반경은 225m이며, 우리나라에서 생산되는 경운기는 255mm로 한국산 경운기 로타리날의 회전반경이 더 크다. 특히 안마 경운기 로타리날 축의 날집과 로타리날이 프로펠러형의 곡선으로 제작되어 엔진의 부하가 낮은 점도 있지만 작업 중 로타리날 회전축에 잡초나 벼짚이 잘 감기기 않는 특성이 있는 반면, 한국산 경운기 로타리의 로타리날집이 회전축에 직각방향으로 설치되어 있어 잡초나 벼짚이 감기기 쉽고 소요동력이 더 크다.

이와 같은 단점을 개량하기 위하여 대장간에서 예리하게 날을 세워서 사용하도록 하였으며, 일부 시범지구에서는 본래대로 사용하고 있었다. 현재 Tambak Sarinah 마을 등 몇몇 마을은 대장간에서 칼날과 같이 예리하게 날을 세워서 사용하므로써 로타리 회전축에 풀이 감기지 않게 하고 있다. 시범사업지구에는 2~3개 마을마다 대장간이 있으므로 현지에서 로타리날을 개량하거나 또는 신품으로 제작하는데 별 어려움은 없다.

3) 경운기 로타리 미륵

이 지역의 논토양은 경반(Hard pan)이 없어 로타리작업시 미륵으로 로타리의 경운 깊이를 조절하기가 곤란하다. 즉 로타리가 작업 중 고속으로 침하하여 작업자는 경운기 핸들을

들면서 작업해야 하므로 작업에 매우 힘들다. 또한 농로 주행 시 로타리 미륵이 플라스틱 제품이어서 지면으로부터 받는 충격이 크지만 완충작용이 불충분하여 로타리 커버가 손상되는 경우가 많았다. 로타리의 충격을 줄일 수 있는 스쿠터 오토바이(Vespa) 차륜을 미륵으로 사용하였을 때 수령형 습답에서 별 문제없이 농작업을 할 수 있었으므로 3차년도 투입한 경운기 로타리는 일륜차(Wheel barrow) 타이어를 부착한 미륵으로 개량하였다.

한편 다수확 벼를 수확한 후 로타리를 사용할 경우 벧짚 그루터기에 의해 미륵이 파손되는 경우가 많아 이와 같은 논에서 로타리를 이용할 때는 미륵 대용으로 스키드(Skid)로 교체하여 별 무리없이 사용하도록 할 수 있었다. 그리고 토양조건이 빠지기 쉬우며 토양 점착력이 높고 수심이 낮은 습답에서는 스키드 사용이 권장된다.

2001년 투입한 로타리의 미륵은 모두 타이어형 미륵(3.25"-8", 2pr)이 부착되었으며, 포장 시험 결과 로타리가 토양으로 침하되지 않아 로타리 작업이 편리하였으며 신형 로타리를 사용해본 농민은 크게 만족하였다.

4) 회전식 쇄토기(Gelebek)

회전식 쇄토기는 인도네시아, 필리핀 등에서 사용되는 작업기로서 쟁기작업 후 흙덩이를 부수는 기능을 갖고 있다. 흙덩이가 문제되지 않는 곳에서는 씨레를 사용하지 않고 쇄토기 사용 후 이랑 작업을 할 수 있다. 이 작업기는 벼 줄기를 토양에 매몰하는 기능이 있으므로 우기의 벼 수확 후 경운기로 쇄토기를 견인하면 돌기에 의해 벧짚을 매몰시키므로 바로 이랑작업을 할 수가 있다.

경운기 부착용으로 제작하여 2개 마을에서 시험 해 본 결과 벼 수확후 경운·정지작업으로 사용하기에 적합하였으며, Tambak Sarinah 마을에서 간장이 50cm이상으로 긴 개랑종벼를 수확한 논에서는 2~3회 쇄토작업으로, 그리고 Danda Jaya 마을에서 50cm이하의 간장이 짧은 개랑종벼를 수확한 논에서는 1~2회 쇄토작업으로 이랑준비 정지작업이 가능하였다. 이와 같이 벧짚 매몰기능 뿐 아니라 잡초가 많이 발생한 논에서는 비선택성 제초제를 사용하여 잡초를 고사시킨 후 회전쇄토기로 잡초를 매몰하여 이랑함이 바람직할 것으로 생각된다.

5) 습답 철차륜(Drum cage wheel)

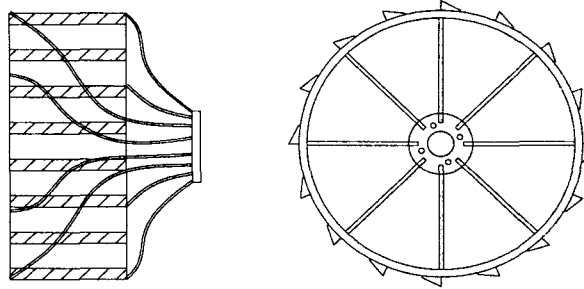
철차륜은 한국형 수령논에 적합한 드럼식 철차륜이며 이 모형은 인니형 습답적용 드럼식 철차륜으로서 차륜직경은 크게 하여 인니 저습지 논의 현장에 적용 시켰다.

경운기 철차륜은 1~2차 년도의 현지시험 결과를 토대로 하여 2개의 프레임 외부에 16개의 폭 80mm인 사다리형 슈 러그를 부착한 케이지 휠을 투입하였다. 인도네시아에 투입한 철차륜을 KTN-80E 모델 경운기에 맞도록 차륜스포크와 차륜플랜지를 개조하여 제작한 것이다.

도 농기계공작소에서 2001년중 약 20셋을 개량하여 농가에 보급하였으며 그중 일부는 철차륜의 강도가 충격에 견디지 못하여 파손되는 경우가 발견되었다. 그러나 3차년도 제공 케이지휠은 휠의 링과 스포크의 파이프직경이 1차연도의 $\Phi 20\text{mm}$ 에서 2차, 3차년도 제공한 케이지휠은 $\Phi 30\text{mm}$ 로 부재의 강도가 높아 커서 고장발생이 없었다.

3차년도 개량한 차륜은 Banjar군의 수령논인 농가포장에서 시험한 결과, 논토양이 무릎까지 침하하는 악 조건에서도 슬립과 침하가 거의 없이 주행할 수 있었으며, 특히 차륜의 직경이

중전에 비해 작아져서 사용농가는 운전하기에 매우 편리하여 만족하다는 의사를 나타내었다.



(측면도)

(정면도)

그림 1. 케이지휠 14러그 파이프철차륜

표 2. 로타리 및 회전쇄토기 사용에 적합한 논

작업기	제조·경운 작업에 적합한 논
로타리	논의 수심 0~40cm인 논
로타리 + 회전쇄토기	논의 수심 0~20cm인 논
회전쇄토기	- 잡초 발생밀도 높은 논 - 벼 수확 후 논의 볏짚매물 이양준비

나. 제조·경운작업기계화 효과

경운기를 사용한 논의 경운작업 비용은 ha당 250,000Rp 내외이며, 인력 제조·경운작업 비용은 420,000Rp 수준이므로 기계화 작업비용이 인력에 비해 68% 낮아 경운기에 의한 경운작업을 선호하고 있다. 경운기의 1일 작업량을 보면 2000년에는 경운기 철차륜의 스포크 또는 볼트 등 일부 고장이 발생하여 작업능률이 다소 저하되는 경향이 있으며, 논의 조건 및 운전자의 운전습수에 따라 차이가 있으나 보통논의 경우 1일 약 1ha의 로타리 경운작업이 가능한 것으로 조사되었다.

관행 제조도구인 낫(Tajak)으로 잡초를 제거하여 경운 준비작업을 할 경우 풀을 베고 벤 풀을 모은 다음 모아둔 풀이 부숙하면 다시 논에 흩어 뿌려야 하는 번거로움이 있으나 경운기의 로타리 경운작업은 인력 낫 예취에 의한 이양 준비작업에 비해 작업능률이 10배 높은 것으로 나타나 노력절감 정도가 매우 큰 것으로 평가되었다.

벼 수확량 면에서도 재래식 낫으로 잡초를 처리하는 인력경운 준비작업 논에 비해 로타리 경운 논의 벼 수확량은 크게 증가하였다. 재래종 벼의 경우 로타리 경운 논의 벼 수확량은 30~50% 증가하였고 개량종 벼의 경우도 벼 수확량은 35~50% 증가한 것으로 조사되었다.

한국산 경운기는 무게가 무겁다는 의견이 지배적이긴 하나 사용상 별 문제는 없다는 견해였다. 한국산 경운기는 로타리와 쟁기를 같이 쓸 수 있고, 변속이 전 후진이 자유로우며, 수심이 깊은 논에서 로타리 작업에 탁월한 성능을 발휘하고 있으며, 특히 한국산 경운기를 사용하였을 때 인력으로 경운 한 논에 비하여 벼 수확량이 크게 증가하여 이에 대한 농민의

관심이 집중되었다.

이와 같이 벼 수확량이 크게 증가한 요인은 인력 잡초제거작업이 논 토양을 전혀 경운하지 못하는데 비해 경운기 로타리작업은 토양을 충분히 경운하므로 벼의 뿌리에 충분한 산소공급, 거름공급, 뿌리신장의 증가 등에 기인하는 것으로 판단된다.

또한, 벼수확량을 비교하지 않았든 부락의 경우도 로타리 경운 논에 비해 초기생육이 매우 빠르고, 인력 제초, 경운하여 비료를 시비한 논에 비해 로타리 경운하여 비료를 시비하지 않은 논에 비해 생육이 훨씬 좋다는 견해이었다.

본 사업으로 시범지구의 벼농사기계화 효과를 인니 당국에서 조사한 바 관행인력에 비해 벼 수확량 증가 30~50%, 경운-제초 농작업의 노력절감 90%, 농작업 경비절감 40% 효과가 나타난 것으로 평가하였다. 무엇보다도 이 지역 농민의 기계화에 대한 의식이 3년간 크게 변하여 이제는 경운기 없이 농사짓는 일은 상상할 수가 없다는 의견이 지배적이었다.

4. 요약 및 결론

1. 제초·경운 작업을 위한 작업기로는 담수심 깊은 논은 로타리 적당하며, 쟁기사용은 곤란하고, 담수심 보통인 논은 인니식 쟁기 + 회전쇄토기 사용이 권장되며, 로타리 날을 예리하게 세워 사용하면 잡초 감감을 방지할 수가 있었다.
2. 로타리 경운작업의 침하시 광폭미륵(3.25"-8", 2pr)으로 교체 또는 스키드사용이 권장된다.
3. 견인식 회전쇄토기는 벼짚 길이가 50cm 이상인 경우 경운작업이 곤란하나 50cm 이하인 경우 벼짚의 길이에 따라 1~3회 포장작업시 무경운 벼짚매물 및 정지작업이 가능하였음.
4. 철차륜 종류별 현장시험 결과 복륵rim·드럼 6러그 철차륜은 담수심 20cm 이상인 물논에 적합하나 수심이 낮거나 토양수분이 적은 토양에는 흙이 많이 부착하여 주행시 슬립이 심하였고, 단륵rim·드럼 8러그 철차륜은 물논에서 토양부착 적고 주행에 지장 없었다.
5. 복륵rim 16러그 케이지철차륜은 물논, 반건담 사용이 가능하나 후진시 침하하는 경향이 있으며, 케이지휠의 적정크기는 림직경 $\varnothing 630\text{mm}$, 리그높이 120mm 내외가 경운기 운전 조작에 적당한 것으로 판단된다.
6. 벼농사 기계화효과는 관행인력에 비해 벼 수확량 증가 30~50%, 경운-제초 농작업의 노력절감 90%, 농작업 경비절감 40%의 효과가 있는 것으로 나타났다.
7. 농기계 사용 농민의 의식은 노력절감, 수량증대, 다모작 재배의 확대 등 벼농사기계화에 대한 인식이 변하여 앞으로 인력의존형 벼농사로 회기하기 어렵게 되었다.

5. 참고문헌

1. Survey for Agricultural Machinery by Provinces and Districts in Indonesia, 1999, BPS Statistics in Indonesia(PP 105)
2. Annual Report of Agricultural Service, 1998/1999, South Kalimantan Provincial Agricultural Service(PP 109)
3. Cooperative Utilization System of Agricultural Machinery, 1996, Directorate General of Food Crops and Horticulture(PP 102)