

한국에서의 경운 작업 연구의 발달과정과 전망

Progress and Trends in Soil Tillage Research in Korea

성균관대학교 / 이 규 승

우리 나라에서 경운 작업 또는 경운 작업기에 대한 연구는 시대의 흐름과 외국의 영향에 따라 상당한 변화를 거치면서 발전해 왔다.

1960년 경운기가 우리 나라의 농업에 도입되기 이전에 경운 정지작업에 사용되던 농기구는 주로 인력 또는 축력용으로 쟁기, 씨래, 삽, 호미, 괘이 등이었으며, 이시기에 있어서 경운 작업기에 대한 연구 결과는 거의 발견되지 않고 있다.

'60년대 초의 경운 작업기에 관한 연구는 주로 심경에 의한 중수 목적으로 심경쟁기의 개발에 주력하였다.

'70년대에는 경운 작업기에 대한 연구는 작업기 자체에 대한 연구보다는 새로 도입되고 있는 트랙터를 이용한 효율적인 경운 정지 방법에 대한 연구가 대부분이었으며 주로 농업기계화연구소의 전신인 농공이용연구소에서 수행되었다. 이때 행하여진 연구의 주목적은 재래방식에 의해 경운 선풍 정지에 과도하게 소요되는 작업시간의 단축이었다. 1973년에는 대량으로 보급되고 있는 동력경운기에 대한 농민들의 기계이용계획 및 정부의 정책 수립의 참고 자료로 이용기 위해 포장구획형태에 따른 효율적인 경운 방법과 포장효율에 대한 연구가 수행되었다. '73년부터 '76년까지는 4년에 걸쳐 수도작에서의 트랙터 경법을 확립하여 트랙터의 효율적인 운용을 위한 트랙터 경법 시험이 수행되었다. '79년에는 새로 개발된 맥류파종기의 로타리 경운날 개량을 위해 기존의 역회전 로타리날에 대한 기구학적 분석과 역회전 로타리 시작날과의 소요동력 대비 연구가 수행되었다.

위로부터 1970년대의 경운 정지 작업기에 대한 연구는 국가기관인 농공이용연구소에서 주로 수행되었으며, 경운작업기의 개발 또는 개량에 관한 연구보다는 보급이 확대되고 있는 경운기 또는 새로 도입되고 있는 트랙터에 의한 효율적인 경운 정지 방법 또는 이용에 관한 연구가 상대적으로 많았음을 알 수 있다.

충북대학교에서는 '80년도에 동력경운기-플라우계의 작업능력을 제고시킬 수 있는 최적조건을 구명하기 위하여 이 계에 주어지는 연결치수, 하중상태, 경심 변화에 따른 작업주행상태와 견인력 증가에 따른 하중 전이 등을 고려한 수학적모형을 개발하였으며, 이 계의 작업능력에 영향을 주는 요인들을 모형을 이용해 분석하였다.

농업기계화연구소에서는 '80년부터 2년에 걸쳐 우리 나라의 토양 중에 형성되어 있는 경반층을 파쇄시켜 토양물리성을 개선하고자, 심토파쇄 효과를 크게 할 수 있는 심토파쇄기의 개량제작 시험을 하였다. 이들은 또한 '80년부터 4년에 걸쳐 토양 및 작물재배에 큰 영향을 미치지 않으면서 단위면적당 노동투하량을 감소시켜 트랙터의 이용효율을 증대시킬 수 있는 트랙터 논 경운 방법을 구명하여 트랙터의 효율적인 운영을 도모코자 트랙터 경운 방법 개선시험을 실시하였다. 위의 연구는 '73년부터 '76년까지 동일 연구소에서 실시된 트랙터 경법 시험과 유사하나 '80년대의 실험은 심토파쇄작업이 포함되었으며, 단위 면적 당 노동 투하량 감소에 큰 비중을 둔 것이 차이점이라 할 수 있겠다.

'80년대 들어 경운기의 보급이 급증하여 '83년 말에는 약 50만대에 이르렀으나, 경운기 로타리에 의한 논의 정지 및 균평작업은 작업정도가 떨어져, 정밀 균평 정지작업이 요구되는 이앙기에 의한

이양작업을 위해 경운기 로타리작업을 3~4회 반복하여 실시하고 있는 실정이었다. 이에 농업기계화연구소에서는 물론 정지작업능률 및 균평정도를 향상시키고 작업의 편이성을 도모하기 위해 경운기용 정지기 개량제작 하였다.

'84년도에 서울대학교에서는 동력경운기를 이용한 로우터리 경운작업시 경심, 주행속도, 경운 피치, 및 토양 전단응력의 변화가 부하특성, 소요동력 및 작업능률에 미치는 영향을 분석하였다.

농업기계화연구소에서는 경운 동력을 절감시킬 수 있고 작업성능 및 작업정도를 높일 수 있는 트랙터용 회전원판형 경운정지기의 개발 시험을 '85~'86년에 걸쳐 실시하였다. 시작기는 트랙터 3점링크 부착형으로 PTO에서 동력을 취출하여 원판을 구동시켰으며, 경운작업시 흙의 반전을 좋게 하기 위해 반전벧을 부착하였다. 이들은 또한 '86~'87년에 걸쳐 경운기로타리의 쇄토성과 작업능률을 향상시킬 수 있는 2축로타리를 개발하였다. 시작기는 기존로타리날축(전축) 뒷편에 쇄토날축(후축)을 달고 이축에 날의 회전반경이 140mm인 쇄토날을 20개 달아 역회전 시킴으로서 전축과 후축날에 의해 이중으로 쇄토되도록 하였다.

'87년도에 서울대학교에서는 마이크로컴퓨터를 이용하여 쟁기 이체 곡면을 측정할 수 있는 측정장치를 개발하였으며, 이를 이용해 쟁기의 이체 곡면을 측정 분석함으로써 체의 구조적 특성을 구명하여 쟁기 개량설계의 기초자료를 제공하고자 하였다.

'85~'88년에 걸쳐 농업기계화연구소에서는 경운기 로타리의 작업성능, 작업정도 및 내구성 향상을 위해 로타리날의 개량 제작 시험을 실시하였다. 이들은 로타리날 설계를 위한 컴퓨터 프로그램을 로타리날의 굴곡부, 굴곡부측면, 날꽃이부 및 날길이와 각종 요소 등을 고려하여 작성하였다.

경운작업기와 토양간의 상호작용을 정확히 이해하고 경운작업기의 성능을 향상시키기 위해서는 측정장치로부터 정확하고 신뢰성있는 자료를 얻을 수 있어야 한다. 그러나 일반 포장에서의 실험은 토양상태의 불균일과 조절불가능, 또 동일상태하에서 동일 실험의 재현 불가능, 날씨 등에 의해 많은 영향을 받음으로써 신뢰성있는 자료를 얻기가 어렵다. 이러한 야외 포장 실험의 문제점을 보완하고 신뢰성있는 자료를 얻기 위해 성균관대학교에서는 '88년도에 토조길이 12m, 폭 1m, 높이 0.7m의 인공토조시스템을 제작하였다. 이 시스템은 대차구동시스템, 측정대차, 토양가공대차 그리고 컴퓨터에 의한 자료모집시스템으로 구성되어 있다.

'80년대의 연구는 '70년대의 연구와 달리 경운 정지 작업기 자체에 대한 연구가 주로 수행되었으며, 개발 연구 뿐 아니라 경운 작업시스템에 대한 이론적인 연구와 작업기 자체에 대한 기초적인 연구가 수행되었다. 이러한 흐름에 맞추어 토양-작업기 시스템에서 기초연구와 이론적인 연구에 필수장치인 인공토조시스템이 제작되었다.

'92년도에 성균관대학교와 건국대학교는 공동으로 견인식 경운작업기의 히치점에 작용하는 경운저항의 측정을 위해 6분력계를 개발하였다. 이 6분력계는 수평력 측정을 위한 전부, 측방력 및 수직력 측정을 위한 중간부, 히치점에 대한 경운저항 모멘트를 측정하기 위한 후부로 구성되어 있으며, 인공토조시스템에서의 견인력 측정용으로 설계 제작되었다.

'92년도 건국대학교에서는 컴퓨터 그래픽의 B-spline 기법을 이용하여 쟁기의 3차원 곡면 형상을 표현함으로써 곡면상의 임의의 상대위치에 대한 정보를 얻고, 이를 렌치 해석 및 경운저항 예측모델 개발에 이용하였다.

농업기계화연구소에서는 '93년도에 트랙터 플라우용 몰드보드의 소재를 개발하기 위해 플라스틱의 일종인 고분자 폴리에틸렌(HMPE) 소재로 몰드보드를 제작하여 기존의 다중철판 소재의 몰드보드와 성능비교시험을 식양토에서 실시하였다. 그러나 HMPE 소재의 마모성이 큰 것으로 판단되어 '94년에는 유리섬유강화 불포화 폴리에스테르(FRP) 소재의 시작기를 추가로 제작하여 3

재질의 모듈드보드에 대해 견인비저항, 연료소모량 및 작업정도에 대한 비교실험을 실시하였다.

'93년도에 성균관대학교에서는 우리 나라 논 토양의 경기작업에 적합한 한국형 모듈드보드의 개발을 위해 컴퓨터 시뮬레이션모델을 이용해 플라우의 비저항을 중심으로 토양상태에 따른 적정 모듈드보드의 형태를 선정 제시하였다.

농업기계화연구소에서는 '92년부터 3년에 걸쳐 로타리 경운 정지 작업의 생력화와 편이성 향상을 위해 수평·경심 자동제어 장치를, '95~'96년에 걸쳐서는 벼농사의 대규모 구획정리지구에서의 정지 및 균평 작업을 위해 트랙터용 무논 정지·균평기를 개발하였다.

성균관대학교에서는 '95~'96년에 걸쳐 논·경운작업시 경운된 토양을 좌측 또는 우측으로 이동시켜 반전 시키지 않고 그대로 제자리에 완전히 반전시킬 수 있는 제자리 반전 플라우를 개발하였다. 시작기의 제자리 반전성능은 토양상태에 따라 영향을 받았으나, 일반 논 토양의 경운작업에 적합한 것으로 나타났으며, 경운 작업후 역저의 균일성을 조사한 결과 역저는 평면과 같이 균일성이 좋은 것으로 나타났다. 경심의 안정성도 시작기의 좌우대칭인 구조 특성으로부터 아주 양호하였으며, 반전된 역토의 균평성도 역시 양호하였다.

농업기계화연구소에서는 경운 노력을 절감하고자 파종할 부분만을 최소 경운하면서 직파를 동시에 일관작업으로 수행하는 부분경운 건담 직파기를 '98~'99년에 걸쳐 개발하였다. 이 시작기는 트랙터부착형으로 부분경운·작조·파종·복토 및 진압이 일관작업으로 수행하며, 부분 경운 방식은 로타리날 구동방식으로, 배종방식은 홈롤러 조절식으로 작조 방식은 디스크 회전형으로 진압방식은 진압륜 회전형으로 설계하였다.

'90년대에도 경운 정지 작업기에 대한 기초연구와 개발연구는 계속되었다. 특이할만한 것은 경운작업기에 대한 연구에도 시대의 흐름에 맞게 자동제어시스템의 개념이 도입되기 시작했으며, 답작에 있어서 부분 경운과 시비 파종을 동시에 수행할 수 있는 일관 작업시스템에 대한 연구가 시작된 것이다. 이 시기에는 부분경운 또는 무경운에 대한 연구도 이루어지고 있었다. 이러한 연구는 주로 작물시험장 등 작물재배관련 연구기관에서 수행되어져 왔다. 그러나 무경운 시험포장의 약 72%에서의 수확량은 관행 경운작업 포장의 수확량에 비해 감소를 가져 왔으며, 약 24%만이 증수를 가져 왔다. 이는 토양타입과 조건에 따라 무경운이 가능한 지역이 있고, 가능하지 않은 지역이 있기 때문이다.

생물학적으로 가장 활동이 활발한 토양 층은 지표면에서 가까운 토양층이므로 생태학적인 측면에서는 경심이 얇고, 토양을 반전시키지 않는 1차경법이 가장 바람직하다. 즉 무경운이 가장 바람직하다. 그러나 이 경우 수확량에 영향을 크게 미치는 잡초방제의 문제가 심각하게 대두된다. 그러나 최근까지의 경운 작업 관련 연구의 추세를 살펴보면 부분경운, 무경운 또는 부분 경운과 파종시비를 동시에 수행하는 일관 작업시스템에 대한 연구가 지속농업 또는 정밀농업의 관점에서 더욱 더 활발하게 이루어질 것이며, 편리성 추구의 측면에서 경운 작업기의 자동화에 대한 연구 그리고 기초 및 이론적인 연구도 계속될 것이다.