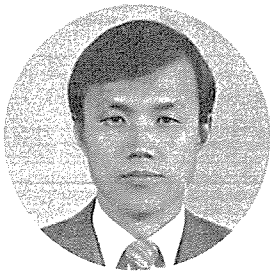


# 大豆根瘤菌 接種劑의 開發利用

—概要와 技術的諸問題



俞 益 東

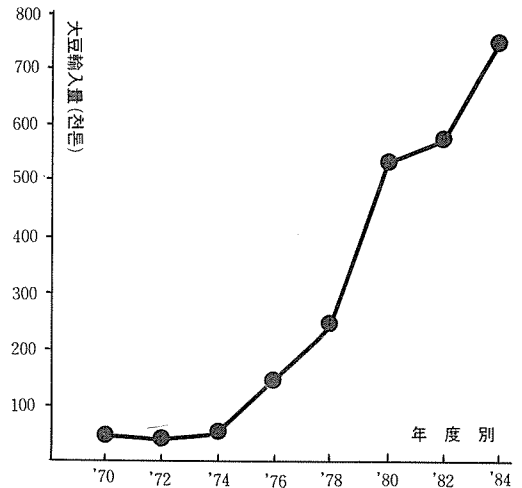
〈韓國科學技術院 微生物工學研究室·農博〉

## ◇ 서 론

급진적인 인구증가에 따른 食糧資源의 확보와 主穀의 안정된 공급이 중요한 研究課題로 되어 있는 가운데 主穀作物의 生産性向上이 크게 要求되고 있다. 특히 최근들어 農業 一邊倒의 營農方式에서 農畜産業의 多角 營農方式으로 전환됨에 따라 主穀作物인 쌀, 밀 뿐만 아니라 동물 사료와 식용유로 널리 쓰이고 있는 豆類의 수입이 대폭적으로 증가되어 1984년도에는 〈그림-1〉

과 같이 약 750,000톤, 2000억원 이상에 상당하는 막대한 양의 콩을 수입하게 되었다. 이는 外貨의 낭비 뿐만 아니라 全農産物의 自給度를 현저히 低下시키는 원인으로 國家 政策的으로도 이의 해결이 시급한 실정이다.

〈그림-1〉 연도별 대두수입현황



또한 作物의 生産성 향상을 위해 필수적인 化學肥料(窒素質肥料)는 工業的合成에 의한 産物으로써 石油資源의 고갈에 따라 生産原価는 날로 상승하며 化學肥料의 濫用에 의한 環境汚染 문제가 심각해 지고 있는 것도 지적하지 않을 수 없다.

이상의 문제점들의 해결책으로 최근 生物窒素固定, 특히 根瘤菌(Rhizobium)에 의한 空中窒素固定을 극대화시켜 실제 농업에 이용하고자 하는 예가 전세계적으로 주목을 받고있는 것은 주지의 사실이다. 이에 우리도 豆科作物과 共生關係를 유지하며 空中窒素를 固定, 작물의 収量增收을 기대할 수 있는 根瘤菌 接種劑(Rhizobium inoculant)를 개발, 이용할 것을 시도하고자 한다.

## ◇ 根瘤菌接種劑의 利用現況

콩의 획기적增收을 위한 接近方法으로는, 첫째로 콩 多收穫品種의 육성에 의한增收方法, 둘째로 栽培方法이나 土壤改良에 의한 土壤肥沃度

증진에 따른 增收方法을 들 수가 있는데, 그 중은 예로 農村振興庁 作物試驗場에서 육성, 보급되고 있는 大豆 장려품종들과 農業技術研究所에서 실시된 土壤肥沃度改善事業의 결과들을 꼽을 수가 있겠다.

그러나 上記 방법들은 많은 시간과 노력 및 에너지를 필요로 하며 경우에 따라서는 투입된 에너지에 비하여 얻어지는 결과들이 적은 경우도 매우 많다. 그에 비하여 筆者가 研究, 시도하고 있는 제3의 方法, 즉 大豆根瘤菌 接種에 의한 增大方法은 시간과 노력 및 에너지를 그리 많이 필요로 하지 않으며 적은 경비로 增收效果를 올릴 수 있다는 것이 큰 장점이다.

이와같은 根瘤菌接種에 의해서 增收를 꾀하고자 한 시도는 이미 오래전인 1896년 미국의 Nobbe와 Hiltner에 의해서 순수배양한 根瘤菌을 이용하여 "Nitragin"이라는 명칭으로 특허를 신청하고 판매하기 시작한 것을 시초로 한다.

그 당시에는 8-10온스 병에 糖, asparagin, gelatin 및 두과식물의 침출액으로 組成된 배지를 3cm의 두께로 넣고 根瘤菌을 생육시킨 후 밀봉하여 판매하였다. 그후 많은 연구결과 각 나

라에 따라 방법은 약간씩 다르나 泥炭 (Peat) 를 Carrier material로 하고 炭酸石灰로 P<sup>h</sup>를 조절한 후 糖과 약간의 미량원소(주로 몰리브덴)를 첨가한 다음, 우수 根瘤菌을 접종하여 熟成시켜 시판하게 되었다.

현재 미국에서는 1960년대 부터 본격적인 대두근류균접종제 개발에 착수하여 Nitragin, Unico, Molynoctin, Hy-Rhize 등의 대두근류균 접종제를 많은 회사에서 생산, 시판하고 있는데 그 결과 미국내 콩 재배 면적의 약 45% 이상에 根瘤菌을 접종함으로써 세계 최대의 大豆生産국이 되었다.

1979년 미국의 Alkansas 지방에서 보급되고 있는 대두근류균접종제의 종류 및 利用現況을 <표-1>에 나타냈다. 즉 接種劑 종류별 이용현황을 보면 Nitragin이 17%로 제일 많고 그 다음의 Setre 16%, Molynoctin 및 Noctin이 12~14% 정도로 이용되고 있는 실정이다. 또 South Carolina 지방에서 조사된 보고에 의하면 대두재배 농가의 약 70% 이상이 실제 대두근류균접종제를 이용하고 있으며 종류별로는 Nitragin 26%, Molynoctin 21%, Setre 17%, 기타 36%의 순으로 이용되고 있다.

한편 일본의 근류균접종제의 발전과정을 보면 1958년 北海道 十勝農業協同組合連合會에서 農産化学研究所를 설립하여 根瘤菌의 배양 및 보급업무를 시작한 후 1964년 "強力根粒菌"을 개발하여 보급하기 시작하였고 1972년 부터는 미국의 노스럽킹사와 기술제휴하여 "Noculized seed"의 생산을 시작함으로써 "活性根粒菌"과 함께 본격적인 根瘤菌接種劑 보급에 앞장섰다.

일본의 年次別 根瘤菌 利用現況을 보면 <그림-2>와 같이 1970년대 부터 급증하기 시작하여 1982년 현재 73,000ha의 면적에 根瘤菌을 접종하고 있어 1971년에 비하여 약 2배 이상의 증가를 나타냈다.

우리나라에서는 1970년 서울대학교 농과대학의 林善旭교수에 의해서 우리나라토양에 서식하고 있는 근류균에 대한 生理, 生化学的 研究를 시작한 것을 선두로 몇몇 연구진들에 의해 우수

<표-1> 미국 Alkansas 지방에서 이용되는 根瘤菌接種劑名 및 그 利用程度

Type	Number	Percent (%)
Nitragin	39	17
Unico	15	7
ABC	3	1
Legume Aid	17	7
Dormal	8	4
Dormal+Moly	24	11
Urbana	3	1
Rudy Patrick	4	2
Molynoctin	33	14
Noctin	27	12
Hy-Rhize	7	3
Setre	36	16
Hansen	3	1
Other	9	4

근류균의 분리, 토양내에서의 활동, 접종효과등 農耕學的 측면에서의 연구가 일부 실시되어져 왔으나 근류균점종제 이용에 대한 결론을 얻지 못하였다. 그러나 최근 한국과학기술원 유전공학 센터의 연구팀에 의해서 재차 근류균점종제의 개발에 관한 연구가 실시되고 있어 그 결과가 크게 기대되고 있다.

동남아시아에서는 말레이시아가 1972년부터 근류균에 대한 연구를 진행하여 Carrier material에 관한 연구 및 우수균주의 선발을 위한 혈청학적 방법의 고안등 Malaya 대학과 Rubber Research Institute간의 공동보조로 진행되어 실제 두과작물에 이용되고 있다.

그외 인도, 필리핀 등에서도 독자적이거나 외국과의 기술협조로 豆科作物에 적합한 근류균을 개발, 實用化를 위한 방향으로 연구가 추진되고 있다.

◇ 根瘤菌接種劑의 接種效果

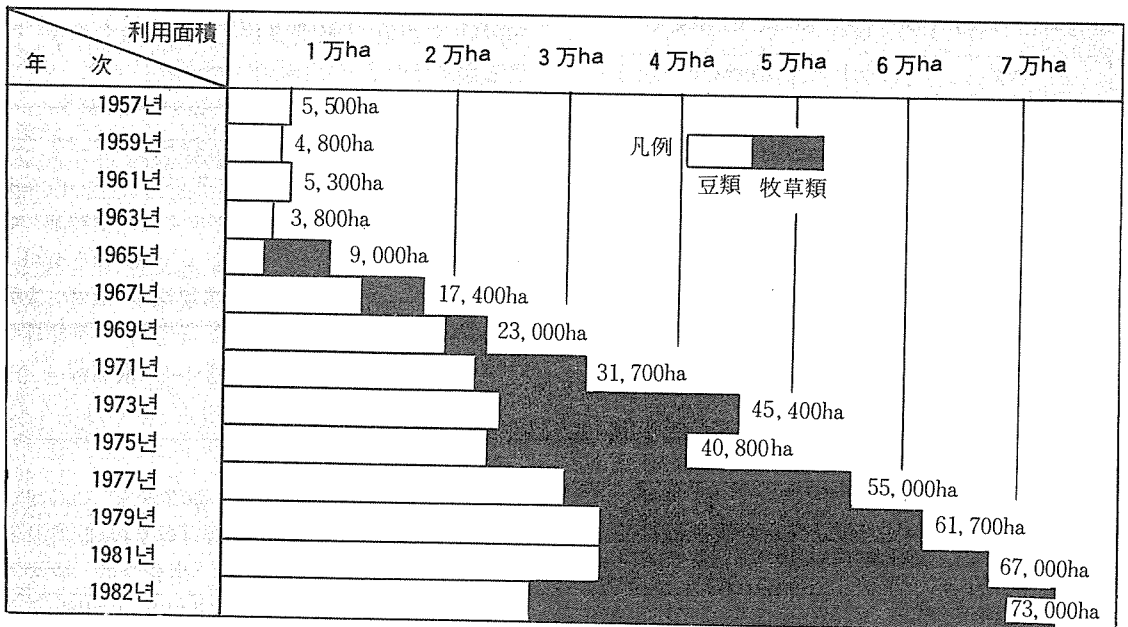
大豆栽培時 生物窒素固定에 의해 공급되는 窒素量은 토양의 종류, 재배조건, 환경조건 및 土

着根瘤菌의 棲息程度등 많은 외부인자에 의해서 지배받고 있으나 일반적으로 보아 총질소 흡수량의 1/2~2/3가 根瘤菌에 의한 固定窒素라고 보고되고 있어 근류균에의 의존도가 매우 높음을 알 수 있다.

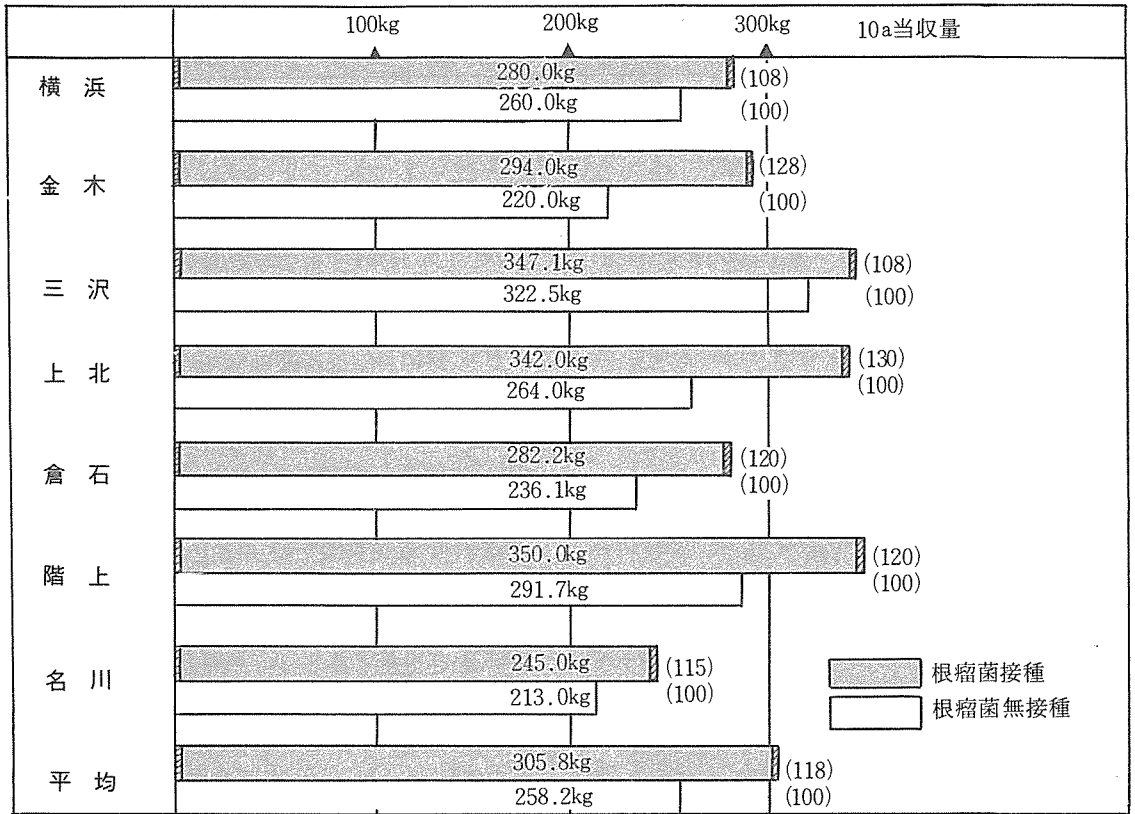
이와같은 窒素固定力の 增強은 大豆取量에도 크게 영향을 미쳐, 韓國科學技術院과 作物試驗場과의 공동연구로 접종시험을 실시한 1985년도 연구결과에 의하면 <표-2>에서 보는바와 같이 무접종구에 비하여 약 8~14%의 수량이 증가되는 결과를 얻었고 窒素肥料 절감효과면에서도 약 4kg/10a의 窒素肥料가 절감됨이 인정되었다. 또 신개간지 토양에서 접종효과를 조사한 농업기술연구소의 조사결과에 의해서도 무접종구에 비하여 4~10%의 增收효과가 있음이 확인되었다.

한편 일본에서 조사된 根瘤菌接種效果를 보아도 <그림-3>과 같이 평균 8~20%의 수량이 증가됨이 인정되었다. 또 豆科木草地에서도 근류균을 접종함으로써 24~54%의 목초의 증가를 가져와 두과목초지에 대한 근류균의 접종효과도 뚜렷한 것으로 나타났다.

<그림-2> 年次別 根瘤菌接種劑 利用現況



〈그림 - 3〉 日本에서의 根瘤菌接種이 大豆收量에 미친 영향



〈표 - 2〉 根瘤菌接種이 大豆生育 및 收量에 미친 영향

窒素施用量 (kg/10a)	根 瘤 菌 使用有無	공고투리수 (개/주)	100粒重 (g)	收 量 (kg/10a)	指数
0	無 接 種	58.9	13.3	337	100
	接 種 - 1	64.9	13.6	365	108
	接 種 - 2	63.2	13.8	374	111
	接 種 - 3	60.2	13.6	363	108
4	無 接 種	56.3	14.2	363	108
	接 種 - 1	60.6	13.7	377	112
	接 種 - 2	63.8	13.8	367	109
	接 種 - 3	66.0	13.9	384	114

- 接種 - 1 : Rhizobium japonicum USDA110접종 (미국선발균주)
- 接種 - 2 : " " R-138접종 (우리나라선발균주)
- 接種 - 3 : " " R-214접종 (우리나라선발균주)

그러나 이와같은 접종효과는 경우에 따라서 유 효하게 나타나지 않는 경우도 많아 이의 해결이 시급한 실정이다. 그 이유로는 土着根瘤菌의 數나 活性이 높아 無接種區에서도 根瘤의 着生이 充分하여 상대적으로 접종효과가 나타나지 않는 경우가 많고, 한편으로는 접종균에 의한 근류의 着生이 充分치 못하기 때문에 그 기능을 발휘하지 못하는 이유등을 들 수 있겠다. 따라서 土着 근류균과의 競合에서 이길 수 있는 강력우수질 소고정균의 선발 및 宿主親和性이 넓으며 무기 태질소의 존재 하에서도 제약을 받지 않고 질소를 고정하는 균주의 分子育種이 요구되고 있어 韓國科學技術院에서는 현재 이들 균주의 改良에 역점을 두고 있다.

◇ 根瘤菌接種劑 이용의 經濟的 효과

〈표 - 3〉 根瘤菌접종제 사용에 따른 經濟的 효과

区 分	根 瘤 菌 使用有無	收 量 (kg/10a)	收 量 差 (kg/10a)	単 価 (원 / kg)	金 額 (원/10a)	接 種 劑 予 想 代 金 (원/10a)	經 濟 效 果 (원/10a)
全 国 平 均 성 적 기 준	無 接 種	133	14	820	11,480	2,000	9,480
	接 種	147					
한국과학기술원 성 적 기 준	無 接 種	337	31	820	25,420	2,000	23,420
	接 種	368					

\* 우리나라 전국 평균 콩수확량 133kg/10a를 기준 하고 접종에 의해 10%증수를 가져올 경우.

근류균접종제 뿐만 아니라 새로운 영농방식을 도입할 경우에는 투입한 자본에 따른 경제적 효과를 검토할 필요가 있다. 따라서 근류균접종제를 이용할 경우의 경제적 효과를 조사하여 〈표-3〉에 나타냈다.

즉, 우리나라의 평균 콩 수확량을 133kg/10a로 기준하고 근류균접종에 의하여 약 10%의 증수효과가 있을 경우에는 평균 9,480원/10a의 순이익을 얻을 수 있겠다. 또 韓國科學技術院의 연구결과에서 얻어진 콩 수확량을 보면, 337kg/10a에 비하여 근류균을 접종함으로써 368kg/10a의 수확량을 얻었을 경우에는 23,420원/10a의 순이익이 계산되어 경제적 효과는 매우 클 것으로 예상된다.

또 우리나라의 콩 재배면적인 190,000ha에 근류균접종제를 이용하여 평균 10%의 수량증수를 가져올 경우, 전국적으로 연간 약 200억원 이상의 농가소득을 올릴 수 있을 것으로 예상된다. 그의 두과 목초작물의 근류균 접종효과도 계산한다면 그 경제적 효과는 막대할 것으로 기대된다.

### 結論 및 提案

이상으로 근류균접종제의 개발, 이용에 관한 각국의 現況, 근류균접종에 따른 收量增收效果 및 경제적 효과 등을 기술하였다. 그 결과 근류균접종제의 개발, 이용으로 적어도 연간 약 200억원 이상의 막대한 농가소득을 올릴 수 있을 것이 예상되며 수량이 증수되는 만큼 대두의 수입량을 억제할 수 있기 때문에 外貨의 낭비도 막을

수 있어 一石三鳥의 효과를 거둘 수 있을 것이다.

현재 韓國科學技術院의 필자의 연구팀에서는 이와같은 근류균접종제의 개발을 위하여 3년차에 걸쳐 연구를 실시하여 전국토양으로부터 우수 근류균주를 선별하고 이들 균주를 遺傳工學的인 分子育種方法등을 이용하여 菌株를 改良함과 동시에 接種劑開發에 따르는 제조건의 검토, 大量培養 시스템의 개발등에 총력을 기울이고 있다. 또한 농가보급의 타당성 및 실용화를 위하여 농촌진흥청과의 공동연구로 실용화에 박차를 가하고 있다. 따라서 이상의 결과들을 실제 농가에 보급, 이용할 수 있도록 각 방면에서의 적극적인 협조와 지원이 필요하다 하겠다.

일본의 경우를 보더라도 十勝農業協同組合連合會 農産化学研究所에서 根瘤菌接種劑를 개발, 생산, 보급하기 까지는 日本豆類基金協會로부터 적립되는 大豆基金의 일부를 협조받고, 北海道 정부예산중 일부를 지원받아서 본격적으로 생산, 보급하기에 이르렀고, 기초연구부문에서도 “Green energy 10個年 計綱”이라는 國策연구 지원에 힘입어 큰 성과를 거두고 있다.

우리나라에서도 매년 콩을 輸入하는 과정에서 연간 약 30~50억원 정도가 差額으로 발생하고 있는 것으로 추측되는데 이중의 1~2% 정도만의 지원으로도 근류균접종제의 실용화에 결정적 역할을 하게 될 것으로 예상된다.

또한 과학기술처, 한국과학기술원 및 농수산부, 농협, 농촌진흥청의 연구, 기술, 지도업무와 행정업무, 민간기업에서의 적극적인 협조와 농민들의 깊은 이해 여하에 따라서 그 성과가 가름날 것이라고 생각한다.