

## 농업기계화분야의 델파이 기술예측조사에 관한 연구

### A Study on Survey for Technology Forecasting using Delphi in Biosystems Engineering

이종인 조근태 장동일 이규천 조영우  
정희원

J. I. Lee K. T. Cho D. I. Chang G. C. Lee Y. W. Cho

#### ABSTRACT

The study was designed to forecast and derive future core technologies using Delphi method in Korea agriculture. The technologies will make agriculture for core and strategic industry that has high value-added in 21 century. Questions were given to specialists by each technology in order to survey importance, realization time, level of R&D in Korea and foremost country, leading group of R&D, effective policy, etc. for each technology. The target of the survey for Delphi is confined specialists in the area of Bioystems Engineering. 55 core technologies were derived and 31 specialists answered the survey.

**Keywords :** Delphi Method, Technology Forecasting, Biosystems Engineering, Agricultural Machinery.

#### 1. 서 론

산업과 기술이 발달함에 따라 국가, 부문, 또는 산업 차원에서 기술 및 지식가치의 역할이 증대되고 기술보호주의가 심화되고 있다. 기술혁신이 국가 및 산업경쟁력을 좌우하는 중요한 원천으로 부각이 되고 있기 때문이다. 이에 따라, 기술수요조사 및 예측, 기술로드맵 작성, 그리고 자원배분 등 기술개발에 대한 사전기획의 역할과 중요성이 점차 확대되고 있다.

특히, 국가연구개발사업 연구관리차원에서의 주안점에 대한 패러다임 역시 객관적 연구과제의 선정·진도관리·성과관리 중심에서 기술수요조사 및 예측, 자원배분 등 사전기획과 기술이전 등 성과활용을 중요시하는 방향으로 변화하고 있는 추세에 있다.

한편, 농업관련기술은 생명공학, 메카트로닉스, 정보통신 등 타 분야의 첨단기술이 농업분야에 접목이 되

면서 첨단기술에 대한 수요가 점차 증대되고 있다. 이에 따라, 연구개발비, 연구인력, 연구시설 등 한정된 자원을 선택과 집중의 원칙에 따라 효율적·전략적으로 기술개발에 투자할 수 있는 방안을 모색할 필요가 제기되고 있다. 급변하는 농업생명과학기술에 적절하게 대처하기 위하여 정부에서는 농업분야의 국가연구개발 투자를 2001년 일반예산의 3.3%에서 2004년에는 5%까지 확대할 계획이지만 미래에 대한 정확한 산업 및 기술방향의 부재로 자원의 전략적·집중적 투자에 한계를 느끼고 있다.

따라서, 농업이 21세기 고부가가치의 핵심전략산업으로 발전할 수 있도록 미래에 유망한 기술을 예측·발굴하는 등 핵심기술의 수요를 파악함으로써 향후 효율적인 연구개발예산의 배분과 산업차원의 정보공유와 공동연구를 촉진할 수 있는 방안을 마련할 필요가 제기되고 있다.

The authors are Jong-In Lee, Invited Researcher, Gyu-Cheon Lee, Senior Fellow,<sup>f</sup> Young-Woo Cho, Researcher, Agricultural R&D Promotion Center, Seoul, Korea, Keun-Tae Cho, Assistant Professor, School of Systems Management Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea, and Dong Il Chang, Professor, Division of Bioresources Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea.

Corresponding author; Jong-In Lee, Invited Researcher, Agricultural R&D Promotion Center, Seoul 134-010, Korea; fax +82-2-478-1173; e-mail : <ljongin@empal.com >.

이를 위하여 본 연구에서는 기술예측 방법으로 가장 광범위하게 사용되고 있는 델파이법(Delphi Method)을 이용하여 농업기계화분야의 미래유망기술의 실현시기, 중요도, 기술수준 등에 대한 기술예측조사를 2차에 걸쳐 실시한다. 이 조사 결과를 이용하여 우리나라 농업기계화분야의 미래유망기술을 알아보고 이 기술을 도달하기 위한 방법을 모색하고자 한다.

## 2. 연구방법

델파이법은 미래에 실현될 주요 기술과제의 실현시기, 중요도 등에 대하여 다수 전문가의 직관을 수렴하는 기술예측의 한 방법으로 선진국은 물론 우리나라에서도 과학기술예측조사를 위해 유용하게 활용되고 있는 방법이다(Linstone and Turoff, 1975). 이 방법은 조사 결과를 응답자에게 제시하여 수정 응답할 기회를 부여함으로써 다수 전문가의 의견을 수렴할 수 있고, 또한 익명성의 보장으로 자신의 의견 및 주장을 자유롭게 개진할 수 있도록 유도하여 다양한 정보를 교환할 수 있는 장점이 있다(조근태, 권철신, 1999).

본 연구에서는 설문조사를 2회 시행하는 델파이법을 이용하여 예측조사를 실시하였다. 설문조사항목은 과제에 대한 전문도, 중요도, 실현시기(국내 및 세계), 연구개발수준, 실현시기의 확산도, 기술적으로 가장 앞선 국가(또는 선진국), 연구개발 추진주체, 유효한 정책수단 등 8개 항목을 선정하였다.

여기에서, 중요도는 대, 중, 소로 구분하는데, '대'는 기술 및 사회, 경제적으로 매우 중요한 경우, '중'은 중요한 경우, '소'는 그리 중요하지 않은 경우이다. 이를 토대로 중요도지수를 도출하는데, 중요도지수는 각 항목('대', '중', '소', '불필요')에 대한 가중치 100, 50, 25, 0을 부여한다. 그 이유는 전체 응답자의 의견을 모두 수용하기 위한 것으로 그 중 중요도 '대'에 가중치를 더 준 것이다. 예를 들어 응답자 모두가 중요도에 대해 '대'라고 응답했다면 그 중요도지수는 '100'이 되며, 모두 '불필요'라고 응답했다면 중요도지수는 '0'이 된다. 과제의 중요도 지수를 구하는 식은 다음과 같다(과학기술정책연구원, 한국과학기술평가원, 1999).

중요도 지수

$$I_{index} = \frac{N_{대} \times 100 + N_{중} \times 50 + N_{소} \times 25 + N_{불필요} \times 0}{N_{전체}}$$

여기에서,  $I_{index}$  : 중요도지수( $0 \leq I_{index} \leq 100$ )

$N_{대}$  : 중요도 '대'인 응답자의 수

$N_{중}$  : 중요도 '중'인 응답자의 수

$N_{소}$  : 중요도 '소'인 응답자의 수

$N_{불필요}$  : 중요도 '불필요'인 응답자의 수

$N_{전체}$  : 중요도 '전체'인 응답자의 수

연구개발수준은 세계 최고수준대비 국내 연구개발의 현 수준을 나타내며, 각 범위의 의미는 다음과 같다(과학기술정책연구원, 한국과학기술평가원, 1999).

$$\text{연구개발수준비율 } R_j = \frac{\sum_{i=1}^5 (O_i \times N_{ji})}{O_5 \times N_{j\text{전체}}}$$

여기에서,  $R_j$  : j 과제의 선진국 대비 국내 연구개발 수준

$O_i$  : 국내 연구개발수준을 나타내는 각 범위(i)에 대한 순위통계량 ; 범위가 0% 이상 ~ 20% 미만, 20% 이상~40% 미만, 40% 이상~60% 미만, 60% 이상~ 80% 미만, 80% 이상 ~ 100% 일 때 O는 각각 1, 2, 3, 4, 5를 나타냄.

$N_{ji}$  : j과제의 각 범위에 해당하는 응답자의 수 ( $N_i = i, i = 1, 2, 3, 4, 5$ )

$N_{j\text{전체}}$  : j과제의 전체 응답자 수  
( $N_{j1} + N_{j2} + N_{j3} + N_{j4} + N_{j5}$ )

델파이 설문조사를 위한 농업기계분야의 기술을 선정하기 위하여 문헌조사와 기술수요조사를 병행하였다. 예를 들어, 「농림기술개발사업의 경제성 평가 및 성과관리시스템 개발」(농림기술관리센터, 2000), 「21C 농업과학기술의 좌표와 정책방향」(한국농촌경제연구원, 2000), 「제2회 과학기술예측: 한국의 미래기술」(과학기술정책연구원, 한국과학기술평가원, 1999) 등을 검토하여 유망한 기술로 선정되어 있는 기술을 수집하였다. 이와 동시에 미래유망기술에 대한 수요조사도 실시하였다. 이 조사표에는 분야명, 과제명, 필요성 및 연구개발의 목표가 작성되도록 하였다. 기술개발 수요조사는 이 분야

의 산·학·연 전문가를 대상으로 이메일을 사용하여 실시하였다.

이를 통해 수집된 기술은 12명의 산·학·연 전문가를 엄선하여 전문위원회를 구성하고, 그들로 하여금 수집 분류된 기술을 검토하도록 하였다. 이때, 분야내 중분류를 설정하여 수집된 기술을 해당 중분류 영역으로 분류시키고, 중분류별로 기술간 가능한 한 상호독립성을 유지하면서 조정하도록 하되, 중복 및 유사기술을 통합 또는 삭제하도록 하였다. 나아가, 중분야별로 제안되지 않았지만 중요하다고 판단되는 기술을 첨가시키도록 하였다. 이러한 과정을 통하여 델파이 조사를 위한 대안으로서 최종 기술을 확정하였다.

본 연구를 위한 농업기계화분야의 최종 기술은 Fig. 1과 같이 55개로서 '생물생산기계기술' 영역이 14개, '생물공정시스템기술' 영역이 16개, '생물생산시설시스템기술' 영역이 15개 그리고 '생명시스템기술' 영역이 10개로 분류되었다.

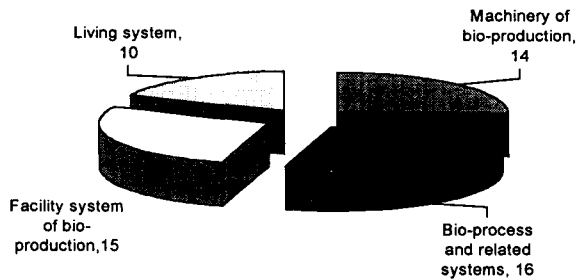


Fig. 1 Numbers of future core technologies by fields in biosystems engineering.

이 기술을 대상으로 우리나라 기계화분야의 전문가 290명에게 1차 설문조사를 실시하였다. 이 중 32명이 1

차 설문에 응답을 하고 이 32명을 대상으로 2차 조사를 한 결과 최종 31명의 전문가가 응답을 하였다. 이 31명은 통계학적으로 분석을 위한 표본수에 문제가 없으므로(박범조, 1999) 표본으로 채택이 되었다. 모두 31명의 응답자 중 40~49세 연령계층이 20명으로 전체 응답자의 65%를 차지했고, 이어서 50~59세 연령계층이 10명으로 32%를 차지했다. 연구경력 기간은 20~29년이 전체의 48%를 차지했으며, 이어서 10~19년이 42%를 차지했다. 응답자 전원이 박사학위를 소지하고 있었으며, 연구원 9명, 기업 1명, 대학이 21명으로 대학교수가 전체의 72%를 차지했다. 설문응답자의 분포를 정리하면 Table 1과 같다. 참고로, 2000년 현재 우리나라 농학연구인력의 비중을 보면, 총연구인력 7,264명 중 38.5%에 해당되는 2,793명이 시험기관에, 44.8%인 3,255명이 대학에, 그리고 16.7%를 차지하는 1,216명이 기업체에 근무하는 것으로 나타났다(박정근, 2002).

### 3. 기술예측 조사결과

#### 가. 기술의 실현시기

실현시기는 1차, 2차 설문결과를 순서대로 배열하여, 전체 응답자로 순서통계량의 1/4(25%)에 해당하는 연도가 하사분위수가 되고, 중간(50%)에 위치한 값이 중위수(median), 그리고 3/4(75%)에 해당하는 연도가 상사분위수가 된다. 일반적으로 예측실현년도는 응답분포의 중앙에 위치하는 중위수로 산출하지만, 예측의 실현시기는 분포로 이해하는 것이 바람직하다. 즉, 실현시기

Table 1 Distribution of respondent for questionnaire

Respondent		Total	Age				Experience				
			30~39	40~49	50~59	60~	0~9	10~19	20~29	30~39	40~
Research Institute	Ph.D.	9	1	5	3			5	4		
	Sub total	9	1	5	3	0	0	5	4	0	0
Firm	Ph.D.	1		1				1			
	Sub total	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
College	Ph.D.	21		14	7			7	11	3	
	Sub total	21	0	14	7	0	0	7	11	3	0
Total		31	1	20	10	0	0	13	15	3	0

예측에 있어서 응답한 전문가의 절반은 중위수 연도 이전에 나머지 절반은 중위수 연도 이후에 기술이 실현될 것으로 예측하였다는 점을 참고할 필요가 있다. 여기에서, 실현시기는 해당 기술이 실제 응용되는 단계를 의미한다. 그 외 기초기술 등 실험실 수준의 실현은 세부기술에서 명시가 되었다.

실현시기 예측조사 결과, Table 2와 같이 55개 기술 모두 2014년까지는 실현될 수 있는 것으로 나타났다. 국내 실현시기와 세계실현시기의 분포는 Fig. 2와 같이 나타났다. 먼저 국내실현시기를 비교하면, 총 55개 기술 중 62%가 앞으로 2009년 이내에 실현될 것으로 예측되었다. 세계 실현시기는 71%의 기술이 2007년 이내에 실현될 것으로 예측되었다.

이를 국내 실현시기를 영역별로 살펴보면 ‘생물생산기계기술’ 영역에서는 기술번호 8, 10, 12, 그리고 14번에 해당되는 기술이 2007년까지 이루어질 것으로 예측이 되었으며, 기술번호 1, 5, 9, 11, 그리고 13번에 해당되는 기술은 2009년까지 이루어질 것으로 예측이 되었다. ‘생물공정시스템기술’ 영역에서는 19, 20, 21, 22, 23, 24, 그리고 26번의 기술이 2007년까지 이루어질 것으로, 27, 29, 그리고 30번의 기술은 2009년까지 이루어질 것으로 예측이 되었다. ‘생물생산시설시스템기술’ 영역에서는

2007년까지는 34, 39, 40, 41, 그리고 42번의 기술이, 2009년까지는 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 43, 그리고 44번의 기술이 이루어질 것으로 예측이 되었다. ‘생명시스템기술’ 영역에서는 2007년까지는 49번의 기술만이, 2009년까지는 50번과 51번의 기술이 이루어질 것으로 예측이 되었다.

세계실현시기와 기술격차가 가장 적은 기술은 ‘생물생산기계기술’ 영역의 8번 기술 등이 1년 차이로, 기술격차가 가장 큰 기술은 ‘생물생산기계기술’ 영역의 6번 기술과 ‘생물공정시스템기술’ 영역의 28번 기술이 5년으로 예측이 되었다.

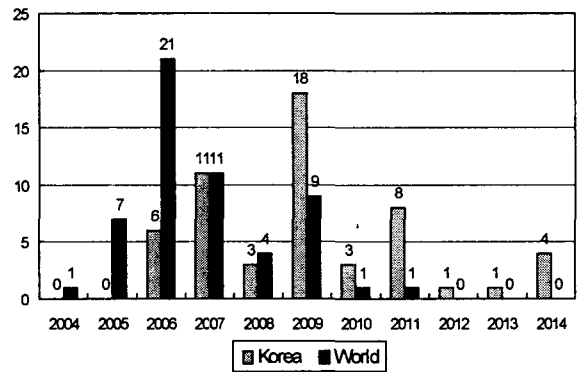


Fig. 2 Distribution of realization time by countries.

Table 2 Result of forecasting realization time by each technology

Realization year in Domestic(A)	Tech. No.	Technology	Realization year in world(B)	A-B (yr.)
2006	19	Developing of sterilization equipment using energy of electronic wave	2005	1
2006	21	Developing of treatment technology and system of post harvest for high quality rice	2005	1
2006	23	Developing of management and sanitation processing technology for post harvest of fruit and vegetables	2005	1
2006	40	Developing facilities of freshness preservation for fruit	2005	1
2006	41	Developing facilities of keeping freshness for flower	2004	2
2006	42	Developing of machinery system for mushroom production	2005	1
2007	8	Developing of decreasing technology for waste gas in agricultural machinery	2006	1
2007	10	Developing technology of individual management for livestock	2006	1
2007	12	Developing technology for agricultural machinery increased in safety and handling convenience	2005	2
2007	14	Developing technology for rapid processing and high efficiency in agricultural machinery	2006	1

Realization year in Domestic(A)	Tech. No.	Technology	Realization year in world(B)	A-B (yr.)
2007	20	Developing of treatment technology for agricultural by-product and waste	2006	1
2007	22	Developing of intellectual logistic system for agricultural marketing	2005	2
2007	24	Developing of freshness preservation technology and system for agricultural products	2006	1
2007	26	Developing system that decides quality automatically for agricultural products	2006	1
2007	34	Developing management system for best environmental stall	2006	1
2007	39	Developing of facilities cooling system that has high efficiency	2006	1
2007	49	Developing of treatment and recycling system using bio-engineering for livestock waste	2006	1
2008	11	Developing of Modularization and standardization for agricultural machinery	2006	2
2008	25	Developing milling device using low temperature and pressure for agricultural material	2007	1
2008	35	Developing System for fruit cultivating	2007	1
2009	1	Developing machinery for soil management by organic agriculture	2007	2
2009	5	Developing of harvest machinery for green vegetable	2006	3
2009	9	Developing of forestry machinery for forest management	2006	3
2009	13	Developing design technology of human engineering for agricultural machinery	2006	3
2009	15	Developing sensor technology of quality and safety evaluation for agricultural products	2006	3
2009	27	Developing system and technology of non heating drying for production of high value-added dry products	2006	3
2009	29	Developing of monitoring system for microorganism cultivating	2007	2
2009	30	Developing of material measuring system by non-destruction for organism material	2006	3
2009	31	Developing of milking robot and feeding management system	2006	3
2009	32	Developing of treatment technology that has high efficiency for livestock feces and urine	2006	3
2009	33	Developing of utility technology that has manless management for livestock	2007	2
2009	36	Standardization of system for cultivation facilities	2006	3
2009	37	Developing of best environmental technology for working at green house	2006	3
2009	38	Developing systems of green house equipment that has lower cost	2006	3
2009	43	Developing feeding facilities for useful insects	2007	2
2009	44	Developing technology of the bio-mass to fuel	2007	2

Realization year in Domestic(A)	Tech. No.	Technology	Realization year in world(B)	A-B (yr.)
2009	50	Developing management and measurement system of living body information for livestock feeding management	2007	2
2009	51	Developing of system combination technology for automatic tissue cultivation	2007	2
2010	18	Developing of nano-capsule production technology for functional material	2008	2
2010	54	Developing microchip sensor for livestock diagnosis	2007	3
2010	55	Developing of mass production system for functional material using bio-reactor	2009	1
2011	2	Developing of precision machinery for organic agriculture	2008	3
2011	4	Developing of efficiency harvest system for fruit	2007	4
2011	7	Developing robot for agricultural work	2009	2
2011	16	Developing of nano-milling technology for bio-material	2009	2
2011	17	Developing of extraction, separation, and refining system for high value-added bio-material	2009	2
2011	48	Developing regulation device of living body metabolism to enforce functional component of agricultural products	2009	2
2011	52	Developing technology of non-destructive measurement for bio-diagnosis of animal and plant	2008	3
2011	53	Developing management system for plant resource using bio-information	2008	3
2012	47	Developing transform technology for matter property of life using characteristic control of life molecule	2009	3
2013	45	Developing substitute energy technology for agriculture	2009	4
2014	3	Developing manless technology for agricultural work	2011	3
2014	6	Developing self driving system for agricultural vehicle	2009	5
2014	28	Developing nanogram sensing technology for harmfulness ingredient	2009	5
2014	46	Developing bio-optics technology for rapid measurement of bio-molecule	2010	4

선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 기술은 없었으며, 1년이 늦은 기술은 31%, 2년이 늦은 기술은 29%, 3년이 늦은 기술은 31%, 4년과 5년이 늦은 기술은 각각 5%, 4%로 나타났다.

#### 나. 기술의 중요도와 연구개발수준

생물생산기계기술 영역에서는 ‘농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술 개발’의 중요도 지수가 83.87로 가장 중요한 것으로 나타났지만, 상대적으로 국내 기술수준은 낮은 것으로 나타났다. 이어서 ‘친

환경 정밀농업 기계기술이 개발’, ‘농작업 무인화 기술 개발’ 등이 중요한 것으로 나타났다. 생물생산기계기술 영역의 중요도지수 상위 5개 기술은 Table 3과 같다.

생물공정시스템기술 영역에서는 ‘농산 부산물 및 폐기물 처리기술 개발’의 중요도지수가 81.45로 가장 높게 나타났으며, ‘농산물의 선도유지 기술 및 시스템 개발’과 ‘농산물의 자동품질판정 시스템 개발’ 기술이 동등하게 중요도지수 75로 나타났다. 생물공정시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 기술은

Table 3 Top 5 technologies for field of technology for machinery of bio-production

Rank	Technology	Important Index	R&D level in Korea(%)
1	Developing sensor technology of quality and safety evaluation for agricultural products	83.87	56.77
2	Developing of precision machinery for organic agriculture	81.90	54.00
3	Developing manless technology for agricultural work	74.14	50.67
4	Developing of Modularization and standardization for agricultural machinery	70.83	62.00
5	Developing machinery for soil management by organic agriculture	70.69	54.00

Table 4 Top 5 technologies for field of bio-process and related systems

Rank	Technology	Important Index	R&D level in Korea(%)
1	Developing of treatment technology for agricultural by-product and waste	81.45	61.29
2	Developing of freshness preservation technology and system for agricultural products	75.00	67.74
3	Developing system that decides quality automatically for agricultural products	75.00	67.50
4	Developing of extraction, separation, and refining system for high value-added bio-material	69.35	52.90
5	Developing of management and sanitation processing technology for post harvest of fruit and vegetables	69.35	68.39

Table 4와 같다.

생물생산시설시스템기술 영역에서는 '과채류 선도유지 시설 개발' 기술이 중요도지수 74.19로 가장 높게 나타났으며, 이어서 '축사 최적 환경 관리기술 개발', '저비용 온실 생력 기계설비 시스템 개발', '축산 분뇨의 고효율 처리기술 개발', '화훼류 선도유지 시설 개발'의 기술 순으로 나타났다. 생물생산시설시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 기술은 Table 5와 같다.

생명시스템기술 영역에서는 '동식물 생체진단용 비파괴 측정기술 개발'의 중요도지수가 72.50로 가장 높게 나타났으며, 이어서 '축산 폐기물의 생물공학적 처리 및 재활용 시스템 개발', '생물정보학을 이용한 식물자원 관리시스템 개발', '가축 진단용 마이크로칩센서 개발', '바이오리액터를 이용한 기능성 물질 대량생산 시스템 개발' 기술이 각각 67.24, 66.96, 64.17, 63.89 순으로 나타났다. 생명시스템기술 영역의 중요도지수 상위 5개 기술은 Table 6과 같다.

과제의 중요도지수를 적용하여 농업기계화분야 4개의 중분류를 비교하여 보면, Fig. 3과 같이 '생물생산기계기술' 영역이 66.27로 가장 높았고, 그 다음은 '생물공정시스템기술' 영역, '생물생산시설시스템기술' 영역 그

Table 5 Top 5 technologies for field of facility system of bio-production

Rank	Technology	Important Index	R&D level in Korea(%)
1	Developing facilities of freshness preservation for fruit	74.19	68.00
2	Developing management system for best environmental stall	71.67	61.33
3	Developing systems of greenhouse equipment that has lower cost	71.67	72.00
4	Developing of treatment technology that has high efficiency for livestock feces and urine	67.74	64.52
5	Developing facilities of keeping freshness for flower	67.50	68.00

Table 6 Top 5 technologies for field of living systems

Rank	Technology	Important Index	R&D level in Korea(%)
1	Developing technology of non-destructive measurement for bio-diagnosis of animal and plant	72.50	52.00
2	Developing of treatment and recycling system using bio-engineering for livestock waste	67.24	59.33
3	Developing management system for plant resource using bio-information	66.96	52.14
4	Developing microchip sensor for livestock diagnosis	64.17	47.33
5	Developing of mass production system for functional material using bio-reactor	63.89	53.57

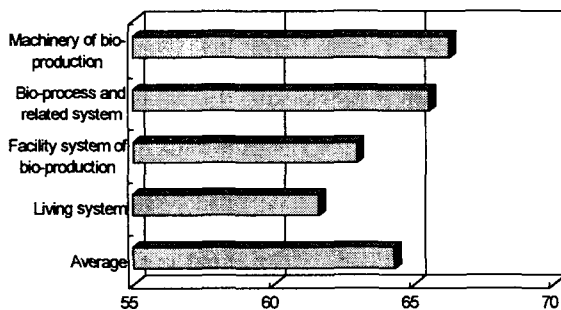


Fig. 3 Importance index by fields.

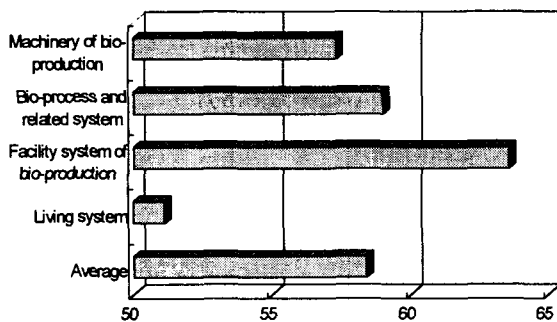


Fig. 4 R&D level by fields.

리고 '생명시스템기술' 영역의 순으로 나타났으며, 농업기계화분야의 전체 평균은 64.3이었다.

연구개발수준은 Fig. 4와 같이 선진국과 비교하여 평균 58.38% 수준으로 평가되었다. 생물생산시설시스템기술 영역의 연구개발수준이 63.56%로 다른 영역에 비하여 크게 높은 것으로 나타났으며, 연구개발수준이 가장 낮게 평가된 영역은 생명시스템기술로 선진국대비 51.13%수준에 지나지 않아 이 분야의 기술수준 제고가 필요한 것으로 나타났다.

구체적으로 연구개발수준이 비교적 높은 상위 10대 기술은 Table 7과 같다.

Table 7 Top 10 technologies that have high R&D level

Tech. number	Technology	R&D level
21	Developing of treatment technology and system of post harvest for high quality rice	73.55
38	Developing systems of green house equipment that has lower cost	72.00
37	Developing of best environmental technology for working at green house	69.33
23	Developing of management and sanitation processing technology for post harvest of fruit and vegetables	68.39
40	Developing facilities of freshness preservation for fruit	68.00
41	Developing facilities of keeping freshness for flower	68.00
24	Developing of freshness preservation technology and system for agricultural products	67.74
42	Developing of machinery system for mushroom production	67.59
26	Developing system that decides quality automatically for agricultural products	67.50
12	Developing technology for agricultural machinery increased in safety and handling convenience	67.33



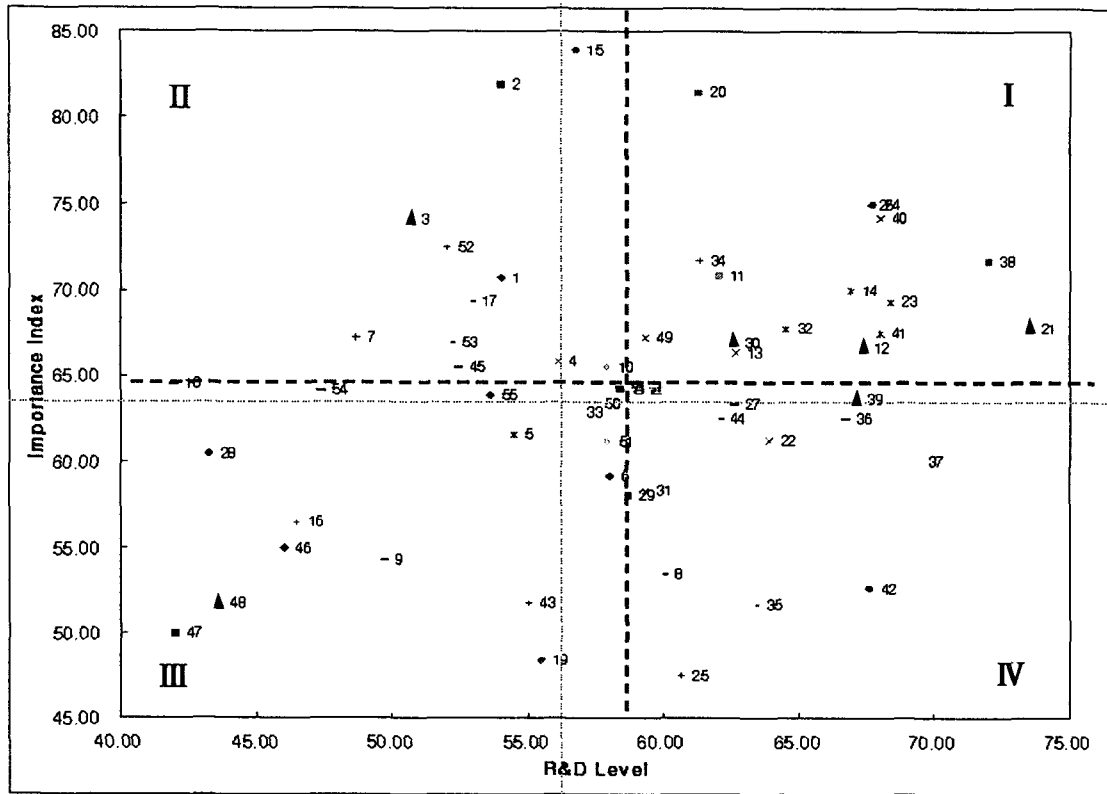


Fig. 5 Port-portfolio of technologies by importance index and R&D level.

**다. 중요도와 연구개발수준 비교**

기술의 중요도와 연구개발수준을 분석함으로써 핵심전략기술을 발굴하기 위하여 포트폴리오를 Fig. 5와 같이 구성하였다. 농업기계화분야의 평균 연구개발수준은 58.38%이며, 평균 중요도지수는 64.3로 나타났다. I사분면에 해당하는 기술은 17개로 가장 성장 잠재력이 높은 영역으로 나타났고, II사분면에 위치한 기술은 12개로 중요도는 높으나 연구개발수준이 낮아 지속적인 투자가 요구는 영역으로 평가되었다.

**라. 연구개발 추진방법**

연구개발 추진 방법에 대한 의견은 Fig. 6과 같이 나타났다. 산학협동이 56%, 민간주도가 20%, 정부주도가 17%, 국제공동연구가 7% 순으로 나타나 산학연의 유기적 협동에 의한 연구가 가장 요구되는 추진방법으로 나타났다.

각 연구개발 주체별로 응답비율이 높은 기술을 정리

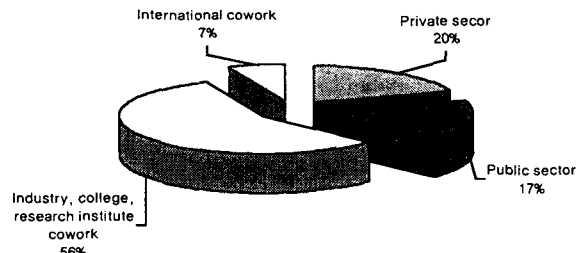


Fig. 6 Distribution for R&D developer.

하면 Table 8과 같다. 연구개발 주체로서 가장 응답비율이 높게 나타난 것은 '산학협동'의 기술들로 '연약엽채류의 수확기계기술이 개발된다'는 산학협동으로 진행되어야 한다는 비율이 75%에 다른 것을 비롯해 4개 기술 모두 65% 이상의 응답비율을 보였다. 국제공동연구가 필요한 기술들은 대부분 응답률이 저조하여 연구자들에게 있어서 상대적으로 관심이 적은 부분으로 해석된다.

Table 8 High ranked technologies by developer

Developer	Number	Technology	Response
Private Sector	38	Developing systems of green house equipment that has lower cost	47.22%
	39	Developing of facilities cooling system that has high efficiency	42.50%
	19	Developing of sterilization equipment using energy of electronic wave	35.14%
	42	Developing of machinery system for mushroom production	35.14%
	14	Developing technology for rapid processing and high efficiency in agricultural machinery	34.21%
Public sector	36	Standardization of system for cultivation facilities	51.35%
	45	Developing substitute energy technology for agriculture	43.59%
	1	Developing machinery for soil management by organic agriculture	39.47%
	22	Developing of intellectual logistic system for agricultural marketing	39.02%
	20	Developing of treatment technology for agricultural by-product and waste	38.10%
Co-work between Industry, college, research institute	5	Developing of harvest machinery for green vegetable	75.00%
	24	Developing of freshness preservation technology and system for agricultural products	72.97%
	34	Developing management system for best environmental stall	67.65%
	48	Developing regulation device of living body metabolism to enforce functional component of agricultural products	66.67%
	52	Developing technology of non-destructive measurement for bio-diagnosis of animal and plant	65.85%
International co-work	46	Developing bio-optics technology for rapid measurement of bio-molecule	23.08%
	16	Developing of nano-milling technology for bio-material	21.95%
	18	Developing of nano-capsule production technology for functional material	21.95%
	28	Developing nanogram sensing technology for harmfulness ingredient	21.74%
	47	Developing transform technology for matter property of life using characteristic control of life molecule	20.51%

**마. 정책수단**

정부의 정책수단에 대한 응답결과는 Fig. 7과 같이 나타났다. '연구비 확충'이 42%, '인프라 구축'이 20%, '인력양성'이 17%, '협력교류'가 15%를 차지하고 있었

다. 이는 기계화분야의 연구과제 개발에 대한 연구비 확충이 절실하며 인프라 구축 및 인력양성에 대한 장려책이 필요함을 의미하고 있다.

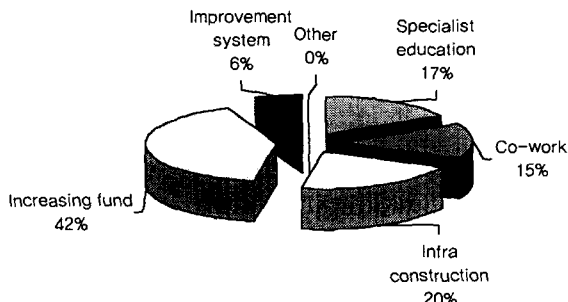


Fig. 7 Distribution for R&D developing by policies.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 우리나라 농업을 21세기 고부가가치의 전략핵심산업으로 발전시키기 위한 일환으로 농업 기계화분야 31명의 산, 학, 연 전문가를 대상으로 델파이조사를 실시하였다. 델파이조사의 기초가 된 미래유망기술은 농업기계화분야의 전문가를 대상으로 실시한 기술수요조사, 문헌을 중심으로 한 문헌조사, 농업기계화분야 12명의 전문가로 구성이 된 전문위원회를 통하여 55개의 기술이 도출이 되었다. 이 델파이조사에서는 각 과제의 미래실현시기와 더불어 중요도와 연구개발수준 등에 대한 설문조사를 실시하였다. 주요 결과를 살펴보면 다음과 같다.

도출된 기술의 실현시기로는 55개의 기술 중 62%가 2009년 이내에 실현될 것으로 예측이 되었고, 세계실현시기는 71%가 2007년 이내에 실현될 것으로 예측이 되었다. 선진국과 실현시기의 격차가 전혀 없는 기술은 없었으며 1년이 늦은 기술은 31%, 그리고 2년이 늦은 기술은 29%로 나타나 농업기계화분야의 기술수준은 선진국의 기술수준에 근접해 있는 것으로 나타났다.

중분류별로 살펴본 기술의 중요도지수는 '생물생산기계기술' 영역이 66.27로 가장 높게 나타났으며, 연구개발수준은 '생물생산시설시스템기술' 영역이 63.56%로 가장 높게 나타났다. 중요도와 연구개발수준을 함께 고려할 때 농업기계화분야에서 연구개발수준이 높고 중요도도 높은 것으로 나타난 기술은 17개 기술로 나타났다.

연구개발 추진방법으로는 '산학연협동'이 56%로, 연구개발 주체는 '산학협동'이 가장 높게 나타났다. 이 기

술을 도달하기 위한 정책수단으로는 '연구비 확충'이 42%로 가장 높게 나타났다.

이 조사를 통하여 중요도와 더불어 연구개발수준이 높은 핵심기술을 도출해 내고 연구개발 추진방법, 정책수단 등을 도출할 수 있었다. 이러한 과정을 통하여 도출된 결과로 기계화분야의 육성발전을 위한 정책적 지원대상을 파악할 수 있게 되어 우리나라 기계화분야의 연구개발정책을 수립하는데 중요한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단되었다. 이와 함께 산·학·연 모두 고유의 영역에서 이 기술을 이루기 위한 노력이 필요하며, R&D 개발을 지원하는 정부와 민간부문의 과감한 투자 역시 필요한 것으로 나타났다.

#### 감사의 글

본 연구는 "미래 농업기술예측·로드맵 작성 및 효율적인 투자기술 개발" 과제의 일환으로 이루어졌습니다. 미래유망기술예측을 위하여 미래기술수요조사 및 DELPHI 설문조사에 응하여 주신 농업기계화분야의 전문가분들께, 그리고 기계화분야의 미래기술예측을 위한 전문위원회 위원으로 참여하신 전문가에게 감사를 드립니다. 본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것으로 지원에 감사를 드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. KISTEP and STEPI. 1999. The 2nd Science Technology Forecasting: Future Technology in Korea.
2. ARPC. 2000. Economic Evaluation and Developing Outcome Management System for Program of Agriculture and Forest Technology R&D.
3. Park, B-J. 1999. Modern Statistics for Theory and Application using EXCEL, Sigma Press.
4. Park, J-K. 2002. "Roles of Public and Private Sectors for Agriculture and Forest Technology R&D", Symposium for "R&D Investment Plans and Effective Management Plans in Agriculture and Forest R&D", Deans Council of Agricultural Colleges in Korea · ARPC.

5. Cho, K-T. 1999. Forecasting and Decision of R&D, Free Academy.
6. Cho, Keun-Tae and Cheol-Shin Kwon. 2001. Theoretical Review On Cross Impact Analysis : Limitation and Future Research Direction, Journal of Technology Innovation, Vol. 9, No. 1, pp.95~120.
7. KREI. 2000. Coordinates and Policy Plans for Agricultural Science Technology in 21C.
8. Linstone, H. A. and Turoff, M. 1975. The Delphi Method: Techniques and Applications, Addison-Wesley Publishing Company.