

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.

이를 위하여 본 연구에서는 사전에 수행된 델파이 조사 결과를 기초로 최근 공공분야에서 광범위하게 사용이 되고 있는 의사결정방법의 하나인 계층분석적 의사결정방법(Analytic Hierarchy Process: AHP)을 사용하여 기계화분야의 미래유망기술들의 우선순위를 설정하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. AHP모형

1970년대 초반 Saaty(1980, 1983)에 의하여 개발된 AHP는 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교(pairwise comparison)에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 의사결정을 지원하는 하나의 새로운 방법론이다. 이 모형은 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어 왔으며 이론구조 자체에 관해서도 활발한 연구가 진행되고 있다(Zahedi, 1986).

AHP는 일반적으로 다음과 같은 4단계의 작업으로 수행된다.

〈단계 1〉 의사결정문제를 상호관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층을 설정한다. AHP의 적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 첫 번째 단계에서 의사결정 분석자는 상호 관련되어 있는 여러 의사결정 사항들을 계층화한다. 계층이 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓여지며, 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 속성들로 구성된다. 계층 내의 각 요소들은 서로 비교 가능한 것이어야 하며, 계층의 최하층은 선택의 대상이 되는 의사결정 대안들로 구성된다.

〈단계 2〉 의사결정 요소들 간의 쌍대비교로 판단자

료를 수집한다. 이 단계에서는 상위계층에 있는 목표를 달성하는 데 공헌하는 직계 하위계층에 있는 요인들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. 쌍대비교를 통하여 상위항목에 기여하는 정도를 9점 척도를 사용하여 부여한다.

〈단계 3〉 고유값 계산방법을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중값을 산정한다. 이 단계에서, 판단의 일관성을 일관성 비율(Consistency Ratio: CR) 지수를 통하여 체크할 수 있다. 통상 그 비율이 10%이내에 들 경우, 해당 쌍대비교 행렬은 일관성이 있다고 본다.

〈단계 4〉 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 사항들의 상대적인 가중값을 종합화한다.

나. 대안의 설정

본 연구를 위해서 사전에 기계화분야 기술에 대해서 문헌조사, 기술수요조사 그리고 델파이 조사를 수행하였다. 델파이 조사결과를 근거로 전체 55개의 기술들을 중요도와 연구개발수준을 고려하여 Fig. 1과 같이 네 개의 그룹으로 분류하였다. 이들 그룹 중에서 I, II 그룹을 AHP 적용대상으로 하였다. 즉, 본 연구에서는 중요도와 연구개발 수준이 높은 기술과 중요도는 높지만 연구개발 수준이 낮은 기술 중에서 향후 시급히 개발하여야 할 기술들의 우선순위를 도출하고자 한다.

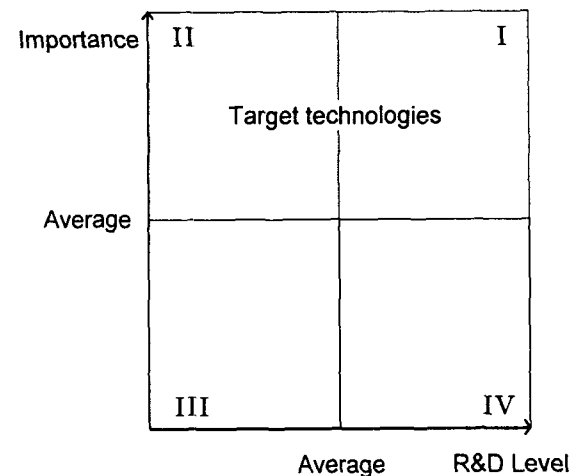


Fig. 1 Target technologies for AHP.

Table 1과 Table 2에서 보는 바와 같이 I군에 속하는 기술은 17개, II군에 속하는 기술은 12개로 확정되었다.

Table 1 Technology list for group I

No	Technology
P _I 1	Developing of Modularization and standardization for agricultural machinery
P _I 2	Developing technology for agricultural machinery increased in safety and handling convenience
P _I 3	Developing design technology of human engineering for agricultural machinery
P _I 4	Developing technology for rapid processing and high efficiency in agricultural machinery
P _I 5	Developing of treatment technology for agricultural by-product and waste
P _I 6	Developing of treatment technology and system of post harvest for high quality rice
P _I 7	Developing of intellectual logistic system for agricultural marketing
P _I 8	Developing of management and sanitation processing technology for post harvest of fruit and vegetables
P _I 9	Developing of freshness preservation technology and system for agricultural products
P _I 10	Developing system that decides quality automatically for agricultural products
P _I 11	Developing of material measuring system by non-destruction for organism material
P _I 12	Developing of treatment technology that has high efficiency for livestock feces and urine
P _I 13	Developing management system for best environmental stall
P _I 14	Developing systems of green house equipment that has lower cost
P _I 15	Developing facilities of freshness preservation for fruit
P _I 16	Developing facilities of keeping freshness for flower
P _I 17	Developing of treatment and recycling system using bio-engineering for livestock waste

Table 2 Technology list for group II

No	Technology
P _{II} 1	Developing machinery for soil management by organic agriculture
P _{II} 2	Developing of precision machinery for organic agriculture
P _{II} 3	Developing manless technology for agricultural work
P _{II} 4	Developing of efficiency harvest system for fruit
P _{II} 5	Developing robot for agricultural work
P _{II} 6	Developing technology of individual management for livestock
P _{II} 7	Developing sensor technology of quality and safety evaluation for agricultural products
P _{II} 8	Developing of extraction, separation, and refining system for high value-added bio-material
P _{II} 9	Developing of nano-capsule production technology for functional material
P _{II} 10	Developing substitute energy technology for agriculture
P _{II} 11	Developing technology of non-destructive measurement for bio-diagnosis of animal and plant
P _{II} 12	Developing management system for plant resource using bio-information

다. 평가항목의 설정

평가항목의 설정작업을 행함에 있어 가장 중요한 일은 「상호배타성(Exclusiveness)」, 「완전결합성(Completeness)」, 「처리성(Optimum size)」이라는 평가항목 선정의 기본원리에 따라 충실히 이행되어야 한다는 점이다. 이는 첫째, 항목간에 독립성이 유지되고, 둘째, 상위항목에 대한 하위요인의 종속성이 확보되고, 셋째, 처리가능한 항목의 수를 유지해야 하는 원리가 충족되어야 한다는 것을 의미하는 것이다(조근태 등, 2003).

따라서, 본 연구에서는 이러한 원리에 입각하여 기계화학분야의 미래유망기술의 우선순위 선정을 위한 평가대항목은 기술성, 시장성, 공공성으로 설정하였다. 각 평가대항목의 세부항목으로 기술성에는 기술독창

Table 3 Items for evaluation

Major Item	Minor Item	Meaning
Technology	Uniqueness	Magnitude of originality for each technology. The technology is expected to have high contribution for further studies.
	Impact to other technology	It means effects of research output for each technology to other areas or technologies from the research output for each technology.
	Feasibility	The possibility of realization for each technology when other conditions like current technology level are considered.
Market	Market size	Market size of each technology or product
	Market growth	Potential possibility to grow of each technology or product in market
	Profitability	Returns from R&D cost for each technology or product
Public concerns	Impact to other industry	The effects of each technology or product to other industry
	Impact to society	The effects of each technology or product to society. Or public concerns and economic convenience from the technology or product
	Relatedness to government policy	Coincidence with government policy

성, 기술파급성, 기술실현성의 세 가지 항목으로, 시장성에는 시장규모성, 시장성장성, 투자수익성의 세 가지 항목으로, 마지막으로 공공성에는 산업적 파급성, 사회적 편익성 또는 영향성, 국가전략과의 부합성의 세 가지 항목으로 잡았다. 각 평가 소항목의 내용은 Table 3와 같다.

AHP에서는 평가대안의 수가 너무 많으면 쌍대비교의 횟수가 기하급수적으로 증가하기 때문에 상대측정이 불가능하여 실질적으로 AHP를 적용하기가 어렵다. 따라서, 쌍대 비교평가가 곤란하다고 알려져 있는 10개 이상 대안의 수인 경우에는 평가기준에 따라 절대비교를 통한 절대측정방법을 취하는 것이 바람직하다. 본 연구에서도 대안의 수가 10개 이상이므로 절대 측정방법을 취한다. 이러한 방법을 적용하기 위해서 각 기준에 대해 등급척도(rating scale)를 5점 척도로 구성한다. 등급척도는 아래의 Table 4와 같다.

Table 4 Scales for absolute measurement

Grade	Meaning	Relative weight
A	Very high	0.333
B	High	0.267
C	Average	0.200
D	Low	0.133
E	Very low	0.067

위와 같이 평가대안과 항목을 계층구조로 나타내면 Fig. 2와 같다.

라. 쌍대비교

AHP에 의한 평가는 평가자들의 토의를 통하여 각 쌍대 비교항목에 대한 합의를 도출한 후에 이를 이용하는 방법과 개별 평가자들이 각자 평가를 실시한 후에 그 결과를 기하평균을 이용하여 종합하는 두 가지

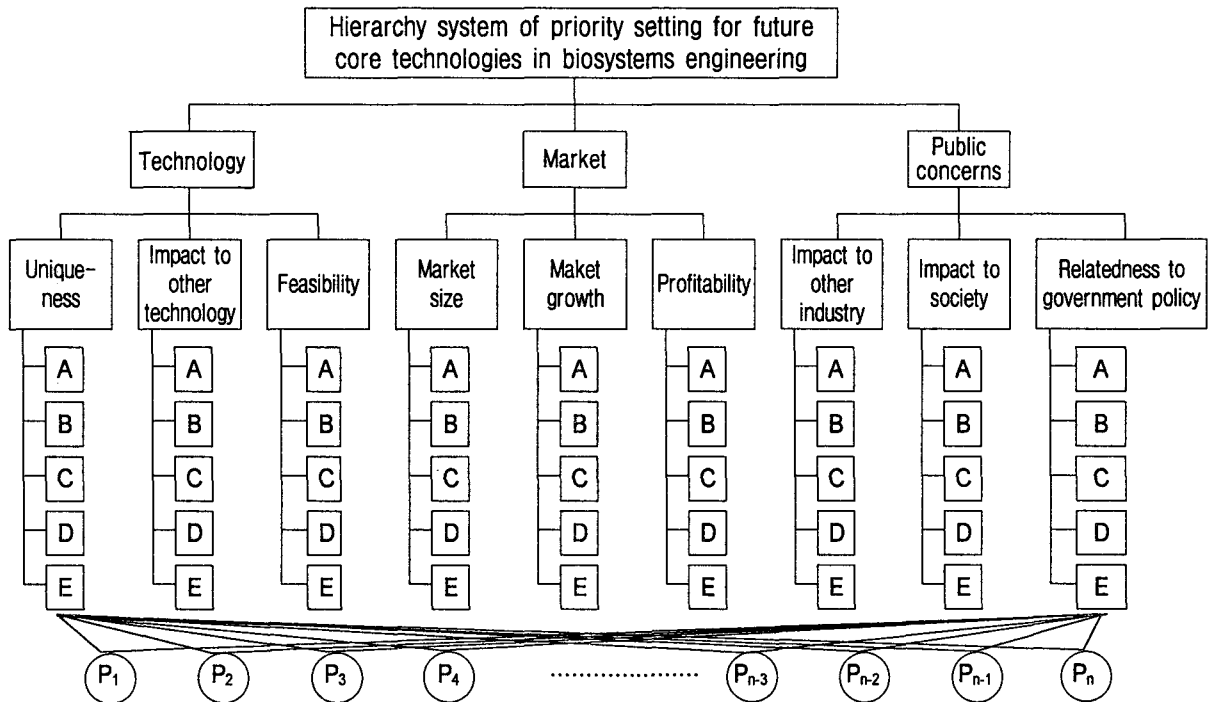


Fig. 2 Hierarchy system of priority setting for future core technologies in biosystems engineering.

방법이 있다(조근태 등, 2003). 본 연구에서는 설문지를 이용하여 평가를 한 후에 이를 다시 종합하는 후자의 방법을 택하였다.

각 평가항목 및 대안에 대한 상대적인 중요도의 판단은 기술선정에 절대적 영향을 미치므로, 대상기술의 전반적인 특성에 대한 지식을 갖고 있는 기계화학분야의 대표적인 전문가들로 구성하였다. 이에 따라 본 연구에서는 9명의 전문가를 표본으로 전자메일을 통하여 설문조사를 실시하였다. 이 AHP 조사는 전문가를 대상으로 하는 설문조사로 샘플사이즈를 크게 필요로 하지 않는 조사방법이다(권과 조, 2001; 조 등, 2000).

판단자료의 일관성 검증은 전문가 판단을 모형에 적용하기 위해서 점검해야 할 필수적인 사항이다. 대부분의 AHP 모형에서 나타나는 단점은 쌍대 비교행렬을 구성함에 있어서 불일치한 응답이 존재할 가능성이 있다는 것이다. Saaty(1980)는 의사결정자의 상대적 중요도를 측정함에 있어서 비일관성(inconsistency ratio)이 10% 이내이면 타당한 것으로 보았다. 본 연구에서는 9명의 전문가 중에서 2명의 전문가는 10% 이상의 비일관성을 보여 평가대상에서 제외하였다. 수집

된 설문자료는 AHP의 분석 소프트웨어인 EC2000으로 처리하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 평가항목의 중요도

전문가들의 설문을 통하여 평가항목들간의 중요도를 도출한 결과, Table 5와 같이 전문가들은 평가대상목 중에서 시장성이 0.519로 가장 중요하게 나타났다. 그 다음으로는 기술성이 0.314이며, 공공성은 0.167로 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

각 평가소항목의 중요도를 세부적으로 살펴보면, 우선 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술독창성, 기술과 급성 순으로 나타났다. 또한 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로 나타났으며, 공공성 측면에서는 산업과급성, 사회영향성, 국가전략과의 부합성 순으로 중요하게 나타났다.

나. 평가대안의 중요도

최종적으로 평가대안의 분석결과, 우선 Table 6에

서 보는 바와 같이 I군의 기술 중에서는 ‘쌀의 고품질화를 위한 수확후 처리기술 및 시스템이 개발된다’가 가중치 0.780으로 가장 시급하게 개발해야할 기술로 나타났다. 각 평가기준에서 이 기술을 살펴보면, Fig. 3에서 보는 바와 같이 기술성 측면에서는 기술과급성 기준이 비교적 낮은 점수를 받았으나, 나머지 기준은 높은 점수를 받았다. 시장성 측면에서 가장 중요하게 평가된 시장성장성 기준에서 높은 점수를 받았다. 그리고 공공성 측면에서는 산업과급성을 제외하고 다른 기준과 비교하여 상대적으로 높은 점

Table 5 Results of importance for the evaluation items

Major Item		Minor Items	
Standard	Weight	Standard	Weight
Technology	0.314	Uniqueness	0.087
		Impact to other technology	0.050
		Feasibility	0.177
Market	0.519	Market size	0.146
		Market growth	0.210
		Profitability	0.163
Public concerns	0.167	Impact to other industry	0.073
		Impact to society	0.053
		Relatedness to government policy	0.041

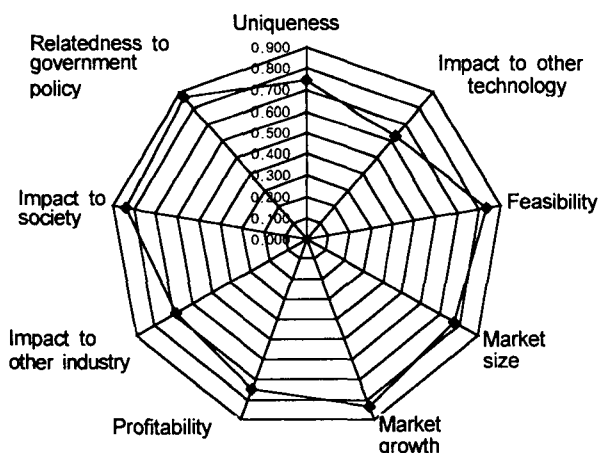


Fig. 3 Weights of each items for P16.

수를 받은 것으로 나타났다. 반면에, 우선순위가 가장 낮은 기술은 ‘농업기계의 고속화 및 고효율화 기

Table 6 Priority for technologies in group I

No	Technology	Importance
P ₁ 6	Developing of treatment technology and system of post harvest for high quality rice	0.780
P ₁ 15	Developing facilities of freshness preservation for fruit	0.767
P ₁ 8	Developing of management and sanitation processing technology for post harvest of fruit and vegetables	0.740
P ₁ 2	Developing technology for agricultural machinery increased in safety and handling convenience	0.740
P ₁ 7	Developing of intellectual logistic system for agricultural marketing	0.740
P ₁ 9	Developing of freshness preservation technology and system for agricultural products	0.738
P ₁ 16	Developing facilities of keeping freshness for flower	0.719
P ₁ 3	Developing design technology of human engineering for agricultural machinery	0.713
P ₁ 12	Developing of treatment technology that has high efficiency for livestock feces and urine	0.688
P ₁ 10	Developing system that decides quality automatically for agricultural products	0.680
P ₁ 1	Developing of Modularization and standardization for agricultural machinery	0.665
P ₁ 5	Developing of treatment technology for agricultural by-product and waste	0.665
P ₁ 17	Developing of treatment and recycling system using bio-engineering for livestock waste	0.656
P ₁ 14	Developing systems of green house equipment that has lower cost	0.633
P ₁ 13	Developing management system for best environmental stall	0.632
P ₁ 11	Developing of material measuring system by non-destruction for organism material	0.619
P ₁ 4	Developing technology for rapid processing and high efficiency in agricultural machinery	0.600

술이 개발된다'가 가중치 0.600으로 나타났다. 이 중 P₁₆에 대한 각각의 평가항목에 대한 가중치는 Fig. 3과 같이 나타났다.

다음으로 Table 7에서 보는 바와 같이 II군의 기술 중에서는 '농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다'가 가중치 0.736으로 가장 중요한 것으로 나타났다. 이어서 '고부가가치 생물소재의 추출 및 분리정제 시스템이 개발된다'가 가중치 0.717로 나타났으며, 우선순위가 가장 낮은 기술은 '농작업 무인화 기술이 개발된다'가 가중치 0.575로 나타났다. 이 중 P₁₇에 대한 각각의 평가항목에 대한 가중치는 Fig. 4와 같이 나타났다.

Table 7 Priority for technologies in group II

No.	Technology	Importance
P ₁₇	Developing sensor technology of quality and safety evaluation for agricultural products	0.736
P ₁₈	Developing of extraction, separation, and refining system for high value-added bio-material	0.717
P ₂	Developing of precision machinery for organic agriculture	0.685
P ₉	Developing of nano-capsule production technology for functional material	0.683
P ₁₁	Developing technology of non-destructive measurement for bio-diagnosis of animal and plant	0.678
P ₄	Developing of efficiency harvest system for fruit	0.615
P ₁	Developing machinery for soil management by organic agriculture	0.611
P ₁₂	Developing management system for plant resource using bio-information	0.602
P ₆	Developing technology of individual management for livestock	0.588
P ₁₀	Developing substitute energy technology for agriculture	0.587
P ₅	Developing robot for agricultural work	0.587
P ₃	Developing manless technology for agricultural work	0.575

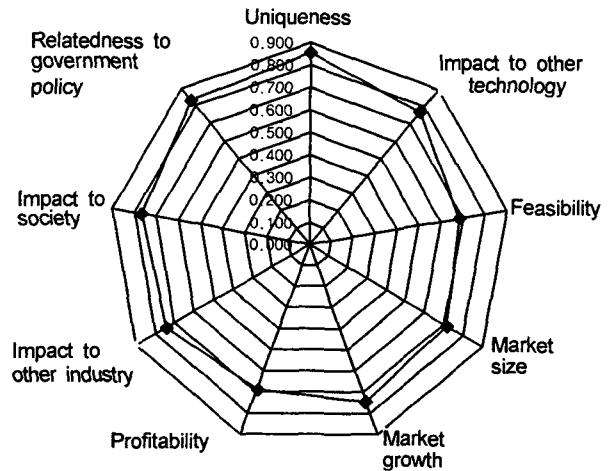


Fig. 4 Weights of each items for P₁₇.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 사전에 수행된 델파이 조사의 기초 자료를 통하여 기계화분야 미래유망기술들을 AHP 방법을 사용하여 우선순위를 설정하였다. 기계화분야 미래유망기술의 우선순위를 설정하기 위한 평가대항목으로는 기술성, 시장성, 공공성이 설정되었다. 각 평가대항목의 세부항목으로 기술성에는 기술독창성, 기술과급성, 기술실현성의 세 가지 항목이, 시장성에는 시장규모성, 시장성장성, 투자수익성의 세 가지 항목이, 마지막으로 공공성에는 산업과급성, 사회편익성 또는 영향성, 국가전략과의 부합성의 세 가지 항목이 설정되었다.

9명의 전문가의 설문을 통하여 평가항목들간 중요도를 도출한 결과 평가대항목 중에서는 시장성이 0.519로 가장 중요하게 나타났으며, 그 다음으로는 기술성이 0.314, 공공성은 0.167로 나타났다. 각 평가소항목의 세부적 중요도는 기술성 측면에서는 기술실현성, 기술독창성, 기술과급성 순으로, 시장성 측면에서는 시장성장성, 투자수익성, 시장규모성 순으로, 공공성 측면에서는 산업과급성, 사회영향성, 국가전략과의 부합성 순으로 중요하게 나타났다.

각 기술군 중 중요도가 가장 높은 기술은 I군의 기술들 중에서는 '쌀의 고품질화를 위한 수확후 처리기술 및 시스템이 개발된다'의 기술이 중요도가 0.780으로 가장 높게 나타났다. II군의 기술들 중에서는

'농산물 품질 및 안전성 평가를 위한 센서기술이 개발된다'의 기술이 중요도가 0.717로 가장 높게 나타났다. 따라서, 기계화분야의 연구개발정책 수립을 하는데 있어 위의 기술을 우선적으로 고려해야 할 것으로 판단이 된다.

참 고 문 헌

1. Saaty, T. 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York.
2. Saaty, T. 1983. Priority Setting in Complex Problem, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 30, No. 3, pp. 140-155.
3. Zahedi, F. 1986. The Analytic Hierarchy Process-A Survey of the Method and its Applications, *INTERFACES*, Vol. 16, No. 4, pp. 161-167.
4. 권철신, 조근태. 2001. AHP를 이용한 비메모리 반도체 칩 제품군 선정에 관한 연구, *경영과학* 제18권 제1호, 2001. 5. p. 9.
5. 조근태. 1999. 「R&D의 예측과 결정」, 자유아카데미.
6. 조근태, 홍순욱, 권철신 역. 2000. 「리더를 위한 의사결정」(원저: Thomas L. Saaty, *Decision Making for Leaders*, RWS Publication, 1996), 동현출판사.
7. 조근태, 조용근, 강현수. 2003. 「계층분석적 의사결정」, 동현출판사.
8. 조근태, 하상도, 김성민, 엄용권. 2000. AHP를 이용한 중소기업형 의료기기 개발사업의 선정, *기술혁신 연구* 제8권 제2호, p. 12.
9. 조근태, 홍순욱. 1998. An Applied Study of the Analytic Network Process to Assess Country Conditions for Korean Steel Exports, *한국경영과학회지*, 제23권 제3호, pp. 209-233.