

Energized Water를 이용한 하우스용 PE film의
제조 및 특성평가
(제1차년도)

Making and Characterization of Polyethylene Film
for Greenhouse utilizing Energized Water

연구기관

재단법인 한국표준과학연구원

과 학 기 술 처

BIBLIOGRAPHIC DATA SHEET		1. 관리번호	2. 수행부서 미세조직연구그룹	3. 발행일 1995. 10
4. 제목/부제 Energized Water를 이용한 하우스용 PE film의 제조 및 특성평가			7. 주제분야 1103 0704	
5. 저자 (공저자) 방 건 응, 김 희 정, 김 강 녕		8. 수행기관 보고서번호 KRISS-95-117-IR		
6. 수행기관 (KSRI 이외의 공동 혹은 위탁연구기관) (주) 경원엔터프라이즈		9. 계약번호		
		10. 자료내역		
11. 위탁기관 과학기술처				
12. 보충사항				
13. 초록 (주요 참고문헌이나 관련문헌이 있을 경우 여기에 명시한다) 물을 Energizing 처리한 뒤에 작물의 생육을 촉진하는 기능정보를 각인하였다. 이를 이용하여 하우스용 PE 필름을 시험생산하였다. 연구기간이 짧아서 1차년도에는 작물 생육에 대한 연구결과를 얻을 수 없었으나 같은 기술을 응용하여 선도 유지 기능이 부여된 식용 포장용 PE 필름을 제조하여 선도 유지 효과를 시험 평가하였다. 시험결과 신선도 유지 기능이 일반 필름 보다 뛰어난 것으로 확인 되었으며 이 연구결과는 소재의 연구개발에 있어서 새로운 개념, 즉 기능 정보의 각인이라는 기술이 실제로 활용 가능한 것임을 나타내는 것으로 판단된다. 이와 관련된 주요 연구 결과로는 1988년에 Nature에 보고된 Benveniste 박사의 항체 반응 실험 결과에 대한 논문을 들 수 있다.				
14. 키워드 (6~12개) Energized Water, PE film, 신선도, 포장재, 하우스 필름, 작물재배				
15. 배포구분 01		16. 해제기간		17. 면수 88
				18. 가격

BIBLIOGRAPHIC DATA SHEET		1. REPORT NO.	2. PERFORMING LAB. Microstructure Analysis Laboratory	3. REPORT DATE 1995. 10
4. TITLE/SUBTITLE Making and characterization of Polyethylene film for Greenhouse utilizing Energized Water			7. SUBJECT CATEGORY 1103 0704	
5. AUTHOR (S) G.W. Bahng, Hee Jung Kim, Kang Nyung Kim		8. PERFORMAING ORGANIZATION REPORT NO. KRISS-95-117-IR		
6. PERFORMAING ORGANIZATION NAME KRISS, Kyung-Won Enterprize Ltd.		9. CONTRACT OR GRANT NO.		
		10. TYPE OF REPORT		
11. SPONSORING ORGANIZATION Ministry of Science and Technology				
12. SUPPLEMENTARY NOTES				
13. ABSTRACT <p>After energizing treatment of water, functional information of growth enhancing was imprinted onto the water. Utilizing this water, polyethylene film for greenhouse was produced. Due to the short period of research project, experimental results on the growth of plants were not obtained. However, utilizing the same technology, film for food freshness preservation was produced and tested for its effect on the preservation of food. It was confirmed that the freshness of food was prolonged compare to conventional packaging films. This result can be accepted as a reflection on the possibility of application of this new technology i.e., information imprinting, onto the actual production of materials. A related paper was reported by Dr. Benveniste in Nature, vol. 333, 1988.</p>				
14. KEYWORDS Energized water, PE film, Freshness, Packaging, Greenhouse, Plant growth				
15. CLASSIFICATION 01		16. SCHEDULE OF DECLASSIFICATION		17. NO. OF PAGES 88
				18. PRICE

제 출 문

과학기술처장관 귀하

본 보고서를 “Energized Water를 이용한 하우스용 PE film의 제조 및 특성 평가”연구 과제의 1차년도 보고서로 제출합니다.

1995년 10월

주 관 연 구 기 관 : 한국표준과학연구원

참 여 기 업 : (주)경원 엔터프라이즈

협 동 연 구 기 관 : 농협세계화농민지도자 연수원

총괄 연구책임자 : 방 건 응

참 여 연 구 원 : 김 희 정

김 강 녕

요 약 문

I. 제 목

Energized Water를 이용한 하우스용 PE film의 제조 및 특성 평가

II. 연구의 목적 및 중요성

본 연구과제의 목적은 하우스용 필름을 제조하고 이를 이용하여 하우스를 지을 경우 작물의 생육이나 소출량등에 있어서 어떤 변화가 있을것인가를 확인하는데 있다. 필름을 제조하는데 쓰인 신기술은 지금까지 소재의 연구개발과정에서 적용된 적이 없는 기술로서 물질에 바탕을 둔 기계론적 우주관에서 크게 벗어난 새로운 개념의 기술이다. 소재를 연구개발할 때는 보통 화학조성의 조절이나 미세조직의 제어를 통해 원하는 기능을 갖는 소재를 만드는 것이 일반적인 순서이나 여기에서 적용된 기술은 이에서 더 나아가는 것이다. 하우스를 짓는데 쓰이는 필름에 하우스내의 작물들에 대하여 잘 자라라고 하는 정보를 방사하는 기능을 부여하여 작물의 생육을 촉진시키고 튼튼하고 우수한 품질의 작물이 생산되도록하는 것이 그 내용이다. 따라서 이 연구과제의 중요성은 새로운 개념의 소재제조기술을 응용하여 실제 현장실험을 통해 그 가능성을 확인한다고 하는 것과 농업분야에의 응용을 통해 UR의 파고를 넘는데 일조를 할 수 있는 농업용 신소재를 생산하는데 있다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

1차년도 연구개발 내용은 PE film의 제조 및 물성평가, 그리고 제조된 film을 이용한 field test이다. PE film을 하남공단에 있는 광주원예협동조합 필름공장에서 생산한 후 필름의 강도와 광특성등을 조사하였으며 작물재배 실험을 위하여 안성에 있는 농협세계화 농민지도자 연수원에 비닐하우스를 설치하였다. 1차년도 종료 예정일인 9월까지 예비 재배실험결과를 얻기 위하여 노력하였으나 이제 작물을 이식한 상태이어서 현재 충분한 자료는 얻지 못하고 있다.

지구상에 존재하는 모든 물체 및 생명체는 고유한 파동을 방사하고 있다. 이것이 어떠한 특성을 지닌것인지, 어떻게 측정할 것인지 등에 대해서는 지금도 연구가 진행되고 있으나 이러한 life field가 존재한다는 간접적인 증거는 손으로 꼽을 수 없을 정도로 많이 있다. 지난 1988년에 Nature에 발표된 프랑스의 Benveniste박사를 위시한 4개국 연구팀이 공동으로 연구한 결과에 의하면 항체를 10^{-60} 까지 희석시켜도 항체반응이 관찰되었으며 연구팀들은 이것을 약제가 지니고 있는 정보가 희석에 쓰인 물에 각인(template)되었기 때문이라고 하였다.

이 연구결과가 시사하는 내용은 어떤 물질이 지니고 있는 정보의 전사 내지는 각인이 가능하다는 것으로서 본 연구과제의 목표를 달성하는데 이용되고 있는 기술의 원리도 이에 기초를 둔 것이다. 정보의 전사에 있어서 사용되고 있는 매체로는 액체가 좋은 것으로 알려져 있으며 본 과제에서는 물을 선정하여 정보의 전사에 활용하였다. 전사시킨 정보의 내용은 작물의 생육을 촉진시키는 것으로서 이를 PE film에 전사하여 작물의 생장촉진이 라는 성과를 거두고자 하우스용 필름을 제조하였다.

우선 물을 energizing 처리하는 설비를 갖춘 뒤에 에너지 처리된 물의 특성을 조사 분석하였다. 이 물에 촉매를 첨가하여 정보를 전사한 뒤 PE film을 제조하기 위한 master batch를 만들었으며 PE chip과 혼합하여 시험 재배에 필요한 폭 1m, 두께 0.004mm의 film을 제조하였다. 이 필름에 대하여 여러가지 특성을 비교 측정하였으며 작물재배 실험이 예정보다 늦게 진행되었기 때문에 선도 유지 기능이 전사된 필름을 이용하여 식품의 선도 유지 기능을 시험평가하였다. 시험결과는 매우 양호한 것으로 나타났으며 본 연구에서 사용된 기술의 실용화 가능성이 충분히 입증되었다.

IV. 연구개발 결과의 활용

국내에서는 UR협상에 의한 농업분야의 개방이 가시화되면서 우리나라의 농업을 지키기 위한 필사의 노력이 전개되고 있다. 그러나 농업분야의 연구개발이나 농업구조개선등을 위한 노력이 아직도 미흡한 상태이고 국민들에게 신토불이를 외치면서 국산 농산물을 애용해달라고 요청하는 것도 한계에 이르고 있는 상황이다. 이제는 품질과 가격으로 경쟁을 하여야 하는데 수입농산물이 신선도를 유지하기 위하여 과도한 농약을 뿌리거나 방사선처리하는 것이 알려지면서 소비자들의 인식이 바뀌기 시작하여 국산 농산물을 안심하고 먹을 수 있는 고품질의 제품으로 시장에 출하한다면 승산의 가능성이 있게 되었다. 그러기 위해서는 작물의 품질을 높일 수 있는 방안이 다각적으로 강구되어야 하는데 본 연구과제에 의해서 이루어질 생육촉진 기능성 PE film으로 고품질의 농산물을 생산할 수 있게 된다면 우리 농가를 지키는데 한 몫을 할 수 있을 것이다.

농협중앙회에서도 본 제품을 만드는데 사용된 기술과 같은 종류의 기술

을 이용하여 제조된 wrap film의 선도유지기능 특성에 대한 실험을 실시하고난 다음에 이러한 신개념 기술의 응용 가능성을 확인하고자 본 과제의 수행을 위하여 적극 협력하고 있다. 앞으로의 미래에 있어서는 식량과 관련된 제품의 시장이 크게 확대될 뿐만 아니라 전략적으로도 중요하게 될 것으로 예측되기 때문에 에너지 관련 소재를 따로 연구개발 하듯이 농업관련 소재의 연구개발을 적극 지원하는 것이 중요하다고 본다.

SUMMARY

I . Title

Making and characterization of polyethylene film for greenhouse utilizing energized water

II. Purpose and importance of research

The purpose of this study is to know whether there is any difference in the growth of plants with newly developed polyethylene film for greenhouse. New technology which was applied for the production of this polyethylene film is based on a new concept which is totally different with those technologies of materialistic point of view. Materials with a specific function are usually developed by controlling the chemical composition or microstructure of materials. The new technology controls the wave which is emanating from the film by imprinting plant growth enhancing informations onto the film. Therefore, evaluating on the possibility of practical application of this new technology for the production of new materials through this study is very important.

III. Contents of research

Research content of the first year is making and characterization of polyethylene film and field test using this film. Due to the shortness of the research period of the first year, field test results could not be obtained.

All of the materials and creations on the earth radiate their own wave. This wave is usually called as subtle energy. Research on this energy, i.e., what kind of properties does it have, how to measure, etc., is still on going. However, there are many evidences which imply on the existence of this kind of life field. Since this subtle energy carries informations about the characters of materials or creations, it is very important. Dr. Benveniste and his colleagues reported that a human basophil reaction was observed even after dilution of the solution down to 10^{-60} . This result was published in Nature, vol. 333, 1988. He concluded that the informations were imprinted onto the water. This result supports strongly that template or imprint of informations onto materials is possible. New technology which was utilized in this study is based on the same concept. Water was used as an information transfer media which is known as one of the best materials for information template. The content of the informations which was imprinted onto the polyethylene film is plant growth enhancement and stimulation.

First of all, equipments for energizing of water was prepared and then characterization of the energized water was carried out. After adding "Bio-green catalyst" onto this energized water for information imprinting, this water was utilized for the production of master batch to make the polyethylene film. Evaluation of mechanical and optical properties of this film including surface morphology observation was

carried out. Since it takes long time to obtain field test results, film with a function of food freshness preservation was produced using the same technology. Test results on the effect of food freshness preservation was appeared to be excellent compare to the conventional films.

IV. Application of the research results

The new technology which was used on the production of the polyethylene film can be applied onto any other materilas. The effect would be very high and immediate for the materials which are used for food industry, agriculture, biology, etc. Most of all, recognizing that this new concept of controling the subtle energy field is a revolution in the development and production of materials is very important.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	1
Section 1. Outline of the project	1
Section 2. Purpose of the project	2
Chapter 2. Energizing treatment of water	4
Section 1. Concept of energy field	4
Section 2. Ways of water energizing treatment	11
Section 3. Effects and evaluation of energizing treatment	15
Section 4. Review on the evaluation technology for energizing treatment	30
Chapter 3. Making PF films and characterization	33
Section 1. Properties of greenhouse films	33
Section 2. Procedure of PE film production	35
Section 3. Characterization of PE film	37
Section 4. Effect of PE film on the freshness preservation of food ..	41
Chapter 4. Summary and application of research results	53
Appendix	57
1. Current status on the development of new materials with plant growth enhancing function.	
2. Paradigm shift in science and technology	

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구과제의 개요	1
제 2 절 연구개발의 목표	2
제 2 장 물의 에너지 처리	4
제 1 절 에너지장의 개념	4
제 2 절 물의 에너지 처리 방법	11
제 3 절 에너지 처리에 의한 효과 및 평가	15
제 4 절 에너지 처리에 의한 효과측정 기술의 검토	30
제 3 장 PE film의 제조 및 특성평가	33
제 1 절 농업용 필름의 종류와 특성	33
제 2 절 PE film의 제조 방법	35
제 3 절 제조된 PE film의 특성 평가	37
제 4 절 PE film의 사용 효과	41
제 4 장 연구결과 및 활용에 대한 논의	53
< 부 록 > 발표 논문 모음	57
1. 생육촉진 기능성 신소재의 연구개발 동향	
2. 과학기술 사고체계의 혁명이 일어나고 있다	

제 1 장 서 론

제 1 절 연구과제의 개요

우리나라의 농업은 1960년대의 노동집약적인 농법에서 서서히 벗어나 최근에는 고부가가치의 농작물을 생산하는 쪽으로 변하고 있다. 이 과정에서 날씨의 한계를 극복하고 보다 부가가치를 높이기 위하여 시설재배가 활성화 되었으며 이제는 전국 어디에서나 하우스를 쉽게 볼 수 있을 정도로 보편화 되었다. 초기에는 단순히 온도를 유지하는 기능에 중점을 두고 하우스가 활용되었으나 시설재배기술이 고도화 되면서 여러가지 기능들이 부가된 하우스용 필름들이 개발되어 시장에 출하되고 있다. 그 예로서 내후성을 높인 필름, 보온 기능을 부여한 필름, 流滴 기능을 부여한 필름등을 들 수 있다. 그러나 UR의 파고가 높게 불어 닥치면서 농산물 시장 개방이 기존의 기술 수준으로 대응할 수 있는 정도의 만만한 문제가 아님을 이제는 농민들 뿐만 아니라 농협을 위시하여 관련기관과 정부 주무부서에서도 심각하게 느끼고 있다.

하우스 시설재배에서는 온도환경, 수분환경, 탄산가스환경, 광환경, 토양환경, 미생물환경들이 중요하게 고려되어야 할 사항들이다. 이들 모두 중요한 변수들이며 이중 하우스용 비닐 필름은 특히 광환경과 밀접한 관계가 있다. 그러나 지금까지 연구 보고된 사례들을 보면 하우스 재배용 필름에 대해서는 필름의 재질별 광투과 특성을 측정하고 이것이 작물의 생장에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 분석결과를 보고하는 정도에 지나지 않았다. 그리고 국내에서 개발된 하우스용 필름들에 대해서도 자료를 분석하여 보면 流滴기능을 부여한 것과 자외선 차단을 통해 耐候性を 높인 정도가 고작이었다.

본 연구에서는 하우스용 필름의 기능을 한차원 높일 수 있는 기술을 응용하여 필름을 만들고 이를 하우스 재배에 활용할 경우 하우스 내부의 전반적인 환경개선 효과와 함께 보다 싱싱하고 신선한 작물을 재배하는 것이 가능할 것이라는 판단아래 필름을 제조하여 시험재배를 시도하고자 하였다. 본 연구에서 응용된 기술은 참여 기업인 경원엔터프라이즈에서 개발한 기술로서 그 기술의 내용이나 개념이 매우 혁신적인 것이어서 보고서의 앞 부분은 이 기술에 대한 개요를 설명하는데 할애하였다. 그리고 나서 본 기술의 효과에 대한 이해를 돕기 위하여 각종의 실험결과를 실었으며 이것이 어떻게 해서 하우스용 필름으로 사용될 경우 작물 생산량의 증대효과를 가져올 수 있다고 예상될 수 있는지에 대해서도 설명하였다.

앞으로 UR의 험난한 파고를 넘어가려면 농업기술상의 개량뿐만 아니라 농업용 부자재의 개량 및 신소재의 개발, 그리고 새로운 개념의 농법 개발에 힘을 모아야 할 것이다. 만약 이 연구결과 예상대로 작물생산량의 증대 효과와 함께 싱싱하고도 우수한 품질의 농산물 생산이 가능하게 될 경우 기술의 내용으로 보아 농업기술상의 개념적 혁명이 일어나게 될 것으로 예측하여도 과언이 아닐 정도일 것으로 보고 있다.

제 2 절 연구개발의 목표

새로운 개념아래 제조된 PE 필름에 대해서 작물 생산량의 증대 효과 및 우수한 품질의 작물재배 가능성을 확인하고 이를 하우스용 필름을 생산하는데 활용하는 것이 목표이다. 구체적인 연구 목표는 아래와 같이 정리 될 수 있다.

- 하우스용 에너지 방사 PE 필름제조 및 특성평가
 - Energized water를 이용하여 PE film에 에너지 방사기능을 부여하고 제조된 film의 특성을 평가한다.
 - Field Test를 통해 농작물의 고품질화와 함께 소출량의 증산여부를 시험·평가한다.

제 2 장 물의 에너지 처리

제 1 절 에너지장의 개념

근대 과학기술은 지난 200여년의 기간 동안에 눈부시게 발전하였다. 과학기술 발전의 밑거름이 된 사고방식은 Newton 이래로 서양과학의 기반이 된 기계론적 물질론적 과학철학이다. 즉 모든 만물이 쪼개고 쪼개어서 얻어지는 궁극의 부속, 혹은 원소들로 구성되어 있다는 요소환원주의 과학철학에 기초를 두고 있다. 이 결과 물리학에서는 소립자 물리학이 발전되었고 화학에서는 원소간의 화학반응이, 그리고 생물에서는 분자 생물학이, 의학에서는 장기이식수술 등이 발전되었다.

그러나 양자역학이 발전되어 우주의 만물이 서로 보이지 않는 끈으로 연결되어 있다는 것이 밝혀지면서 궁극의 구성 원소라는 것이 과연 있는 것인가에 대한 의문이 조심스럽게 제기되고 있다. 여기에 더하여 기계론적 과학철학에 바탕을 둔 산업기술의 폐해가 공해, 환경오염, 생태계 파괴 등으로 나타나기 시작하면서 생명현상에 대한 근본적인 질문이 제기되었고 이 결과 기계론적 과학철학의 바탕이 흔들리기 시작하고 있다. 의학을 예로 들면 인간의 장기를 하나의 부속품처럼 생각하여 장기이식수술 등이 이루어지고 있는데 인간의 장기는 하나의 독립된 개체라기 보다 인체의 모든 부분과 유기적으로 연결되어 있다는 측면에서 본다면 장기이식과 같은 것이 과연 최선의 방법인가 라는 의문이 제기되고 있는 것이다.

이와 같은 우주 만물, 특히 생명체에 대한 근본적 인식의 변환, 즉 생명체가 단순한 소화·흡수기능을 발휘하는 동작하는 물체로서가 아니라 아직 우리가 알지 못하는 다른 에너지 장에 의해 둘러싸인 것이 아닌가라는 인식

아래 생명체 및 생명현상에 대한 연구가 소수의 사람들에 의해 연구되었다. 이러한 발상이 제기된 배경은 단 두개의 세포가 만나서 분열을 거듭하여 어떠한 형태를 갖춘 유기체로 분화 발전한다는 사실을 설명할 수 있는 이론이 없었기 때문이었다. 대표적인 예로서 예일대학의 Harold Burr 교수가 있으며 그는 그의 연구결과를 설명하기 위해 life field라는 생명장(場)의 개념을 제안하였다. 1930년대에 이루어진 그의 연구결과는 1978년에 노벨상 후보로 까지 지명되었던 Robert Becker 박사에 의해 더 깊이 연구되었으며 독일의 Morell 박사와 Edwin Rasche는 이 결과에 바탕을 둔 새로운 개념의 치료기기를 개발하였고 이것은 지금도 질병의 치료에 활용되고 있다. 일본 및 중국에서는 氣에너지라는 개념을 에너지장으로 이해하면서 연구하고 있다.

실제로 에너지장이 무엇이나는 것에 대해서는 현재 이를 직접 측정할 길은 없으나 그 효과에 대한 간접적인 실험결과들은 매우 풍부하기 때문에 그 존재를 부정하기는 매우 어렵다. 이 에너지를 혹자는 氣라고 하기도 하나 현재로서는 이를 확인할 길은 없다. 왜냐하면 氣라는 자체도 그 실재를 부정할 수는 없으나 그 속성이 어떠한 것인지, 그리고 그것을 어떻게 측정하는가등에 대해서는 아직도 확립된 방법이 없기 때문이다. 우선적으로 氣라는 개념과의 혼동을 피하기 위하여 여기에서는 어디까지나 에너지장이라는 개념으로 본 연구과제를 수행하는데 쓰인 기술의 개요를 설명하고자 한다.

우리는 어떠한 물체이든지 에너지를 방사한다는 것을 알고 있다. 우리 주위의 모든 물체들은 상온에서 존재하기 때문에 그 절대온도에 해당하는 에너지를 받아들이고 방사하고 있는 것이다. 우리 주위의 에너지 파동에는 물체로부터 방사되는 적외선 외에도 각종의 전자기파, 햇빛, 우주선 등 그

종류가 헤아릴 수 없이 많이 있다. 생각의 범위를 넓힌다면 고체 형태의 모든 물체들도 사실상 에너지의 덩어리라고 할 수 있다. 에너지가 어떤 틀에 갇혀 있는 것이라고 할 수 있는 것이다. 물질과 에너지의 호환성은 아인슈타인이 밝힌 바 있다.

이 모든 에너지들은 파동의 형태로 움직이는데 파동은 라디오 방송에 비유한다면 세가지의 요소로 구분하여 생각할 수 있다. 그 하나는 방송 전파의 주파수에 해당하는 것이고 다른 하나는 방송국의 출력에 해당하는 것이다. 그리고 마지막으로 그 전파를 타고 전달되는 정보, 즉 파형이다. 비유한다면 방송의 내용이 뉴스인가, 음악인가, 잡음만이 나오는 상태인가하는 등인 것이다. 지금까지 물리학에서나 재료과학에서는 주파수와 세기만을 중점적으로 다루어 왔다. 원적외선을 예로 든다면 파장대별 강도(intensity)만을 대상으로 원적외선 소재의 품질을 따지는 것과 같은 것이다. 그러나 파형에 대해서는 정보의 내용은 커녕 정보라는 것의 존재 자체도 의심을 받고 있는 상태라고 할 수 있을 것이다. 그러함에도 불구하고 최근들어 정보의 존재를 시사하는 간접적인 실험결과들이 발표되기 시작하면서 이에 대한 관심이 증대되고 있다.

한 예로서 1988년의 Nature (Vol. 333)에 실린 프랑스의 Benveniste 박사의 4개국의 연구팀이 수행하여 보고한 논문을 들 수 있다. 이때 실린 논문은 항원항체 반응에 대한 것인데 항체가 생성된 수용액을 희석하여 아보가드로수 이하의 농도로 만든 다음에 항체 반응을 시험한 결과 10^{60} 내지는 10^{120} 으로 희석하였습에도 불구하고 계속하여 항체반응이 나타나는 것으로 관찰되었다. 지금까지는 항체 물질이 존재함으로 해서 이에 의해 항체반응이 나타나는 것으로 인식되어 왔으나 이 실험결과는 검출한계 이하, 즉 항체

가 거의 없는 상태에서도 물 자체가 항체 기능을 보유하고 있다는 것을 나타낸다. 이해를 돕기 위해 비교한다면 대청호에 가두어둔 물에 영지천 한방울을 떨어뜨렸더니 대청댐의 물이 영지천과 같은 효과를 나타내더라하는 것과 같은 결과인 것이다. 이 결과를 연구팀은 기존의 과학지식으로 이해할 수 없었기 때문에 이태리와 이스라엘의 협조아래 반복 실험을 수행하고 같은 결과가 얻어지자 이를 Nature에 보고한 것이다. 연구팀은 결과 해석에 있어 항체기능을 발휘한다는 정보가 물에 각인(imprint)된 것으로 추정된다고 설명하였다. 이 연구결과는 뉴턴이후 2세기 동안 과학기술의 발전을 주도해 온 물질론적 과학철학에 크게 어긋나는 충격적인 것이어서 Nature의 편집자는 후에 실사팀을 구성하여 연구팀을 현장 방문하고서 재실험을 하였으나 7번 반복실험 결과 4번의 실험에서 재현된 것으로 보고되었다.

그러나 위와 같은 연구결과들은 사실 200여년전 부터 치료약의 조제에 쓰여 왔으며 이 방식은 독일의 Hahnemann(1755-1843)이라는 의사에 의해 개발된 치료 방법이다. 그는 인체에 투입되었을 때 말라리아와 같은 발열 효과를 가져오는 키니네로 말라리아가 치유되는데 착안하여 like cures like 라는 원리를 전제로 약제를 조제하여 병을 치료하기 시작하였다. 이것은 오늘날에도 同種療法(Homeopathy)이라는 치료법으로 실행되고 있는 치료법이다. 이 치료법에서는 치료하고자하는 질병과 비슷한 증상을 일으키는 약제를 여러단계의 희석과정을 거쳐 원래의 약제는 흔적도 남아있지 않을 정도로 만든 다음에 이를 음용하여 질병을 치료한다. 이렇게 희석된 약제가 어떻게 해서 치료효과를 가져 오는가에 대해서는 아직도 명쾌하게 설명되고 있지 않으나 그 치료효과는 200여년 이상 쓰여져 왔다는 점에서도 알 수 있듯이 부정할 수 없는 상황이며 현재 이 분야의 논문만을 다루는 전문 잡지

들도 여러 종류가 있을 정도이다.

동종요법을 이용한 치료효과에 대한 연구보고는 매우 많이 있으나 치료 효과에 대해 희석용제인 물에 약제의 정보가 각인되어 그 정보가 체내에 전달되면서 치료가 된다고 하는 설명은 Benveniste 박사가 처음이었다고 생각된다. 이 논문이 발표되고 나서 많은 논란이 있었으며 5년 뒤에 영국의 한 학자는 이를 반박하는 연구결과를 같은 잡지에 발표하기도 하였다. 아직도 이 논쟁에 대해서는 명쾌하게 결론이 나지않은 상태이나 우리는 최소한 그러한 가능성을 이 연구결과를 통해서 인지할 수 있다.

또다른 한 예로서 북미산 나방을 들 수 있다. 나방의 암컷은 수컷을 유인하기 위하여 성호르몬의 일종인 pheromone을 분비하는데 멀리 떨어진 수컷이 이를 알고 암컷에게로 날라온다. 그러나 그 농도는 상상을 초월할 정도로 희박한 것으로서 30 mile 떨어진 거리의 공간에 단 한개의 pheromone 분자가 있을 정도인 것이다. 과연 어떻게 해서 수컷이 이를 알게 되는가? 지금까지의 물질화학적 개념으로는 이 pheromone 분자가 수컷의 감각기관에 도달해야하고 수컷이 이를 감지하고 그 농도가 높은 방향으로 날아간다고 해석 한다면 수궁이 같것이다. 그러나 단 한개의 분자만으로 수컷은 정보를 감지하는 것이다. 이사례도 단 한개의 pheromone 분자에서 방사되는 파동을 수컷이 수신했다고 하는 것으로 밖에는 달리 설명할 길이 없다.

물에 정보가 각인되었다는 것은 과연 무엇을 의미하는 것일까? 일부 학자들은 외부에서 가해진 미약한 energy에 의해 물에 구조적인 변화가 온 것을 뜻하는 것이 아닌가 추정하고 있으며 최근들어 일본에서는 원적외선 효과로 알려진 기존의 현상들이 사실은 미지의 미약에너지(subtle energy)에 의한 것이 아닌가라는 추정이 조심스럽게 거론되고 있다. 이와 함께 물

에 기능을 부여하기 위한 정보를 각인하는 방법에 대한 연구가 비공개적으로 진행되고 있다. 이 분야의 연구는 워낙 첨단분야라서 아직 공개적으로 학술지에 발표되는 것은 없는 것으로 알고 있으나 실제 상품들을 보면 실용화에 상당히 근접한 것으로 판단된다.

국내에서는 이러한 연구가 본격적으로 수행된 사례가 없는 것으로 알고 있으며 아직도 원적외선 세라믹을 응용하는 단계에 머무르고 있다. 최근에 발표된 삼성의 Bio-TV는 이를 이용한 것으로서 소비자들에 대한 인식 문제 때문에 Bio-TV의 효과를 원적외선 세라믹 효과로 설명하고 있으나 사실상 그 효과는 원적외선 세라믹에서 방출되는 원적외선의 효과로 볼 수 없다. 그 이유는 TV전면의 유리판에서 원적외선을 모두 흡수하기 때문이다. 그러나 그 효과는 임상실험결과를 볼 때 매우 뛰어난 것으로 판단된다. 이 예에서 보듯이 그 원리는 아직 분명히 밝혀져 있지 않으나 실용화는 상당히 이루어지고 있다.

어떤 소재가 단순히 힘을 전달하는 매개체로 쓰이는 정도의 목적으로 개발되는 것이라면 소재의 강도, 내구성등이 중요한 변수가 되고 소재로부터 방사되는 정보의 내용은 크게 중요하지 않을 수 있다. 그러나 이 소재가 생체와 관련된 분야에서 쓰이는 것이라면 이야기는 달라진다. 생체는 정보를 인식하고 해석할 수 있는 능력이 있기 때문에 정보에 민감하게 반응할 수 있는 것이다. 한 예로서 작물의 생장에 미치는 음악의 영향을 들 수 있다. 즉 음악의 종류에 따라서 작물의 성장 속도나 수확량이 달라진다는 연구결과가 처음 미국에서 발표되었고 최근에는 우리나라의 농촌진흥원에서도 연구를 수행하여 비슷한 결과를 확인한 바 있다. 다만 우리음악이 미국의 음악보다 더 효과가 있었다는 것이 다른 점이었다.

음악이 작물의 생육에 어떻게 영향을 미치는가에 대해서는 아직도 역시 분명하게 설명되고 있지 않다. 일상적인 상식에 비추어 우선 머리속에 떠오르는 생각은 식물이 어떻게 소리를 듣는가 하는 것이고 그 다음은 식물이 클래식과 재즈음악을 어떻게 구분하여 알아듣느냐하는 의문이다. 이를 혹은 진동의 차이로 해석하고 이 진동에 의해 작물의 생리적 활동에 변화가 있기 때문이 아니겠는가하고 설명하고 있으나 아직도 여기에는 연구를 통해서 밝혀져야 할 내용이 많이 있다.

음악을 단순한 진동의 효과로 해석하여 음악간의 진동 차이, 즉 주파수 대역별 진동의 분포도와 그 세기의 차이를 통해 연구결과를 해석하려고 하는 방법이 동원되고 있으나 이것은 결국 그러한 진동의 차이가 바로 클래식과 재즈라는 정보의 차이로도 설명될 수 있다는 것을 시사하는 것이다.

따라서 동식물을 포함하여 모든 생체는 기본적으로 파동에 실린 정보를 해석할 수 있는 능력을 가지고 이 세상에 나왔다고 가정할 수 있을 것이다. 그렇다면 에너지 파동에 실린 정보의 내용이 작물의 생육에만 영향을 미치는 것이 아니라 작물을 보관하는데도 영향을 미칠 수 있으며 생체의 활력에도 영향을 미칠 수 있을 것이다.

본 연구과제에서 쓰인 기술은 말하자면 이 정보를 다루는 기술을 응용한 것이다. 소재를 만드는 과정에서 단순히 강도라던가 투광도등과 같은 물리적 특성에만 주의를 기울여 온데서 더 나아가 소재로부터 방사되는 정보의 내용을 제어하여 이 소재로 둘러 쌓인 생체나 식물이 오래도록 신선도가 유지된다거나 생육속도가 빨라진다던가하는 효과를 거두도록 하는 것이 그 목표인 것이다. 현재로서는 정보의 제어에 대한 기술적인 용어가 없기 때문에 에너지장의 제어라는 말로 본 연구과제에서 쓰인 기술의 내용을 설명하였다.

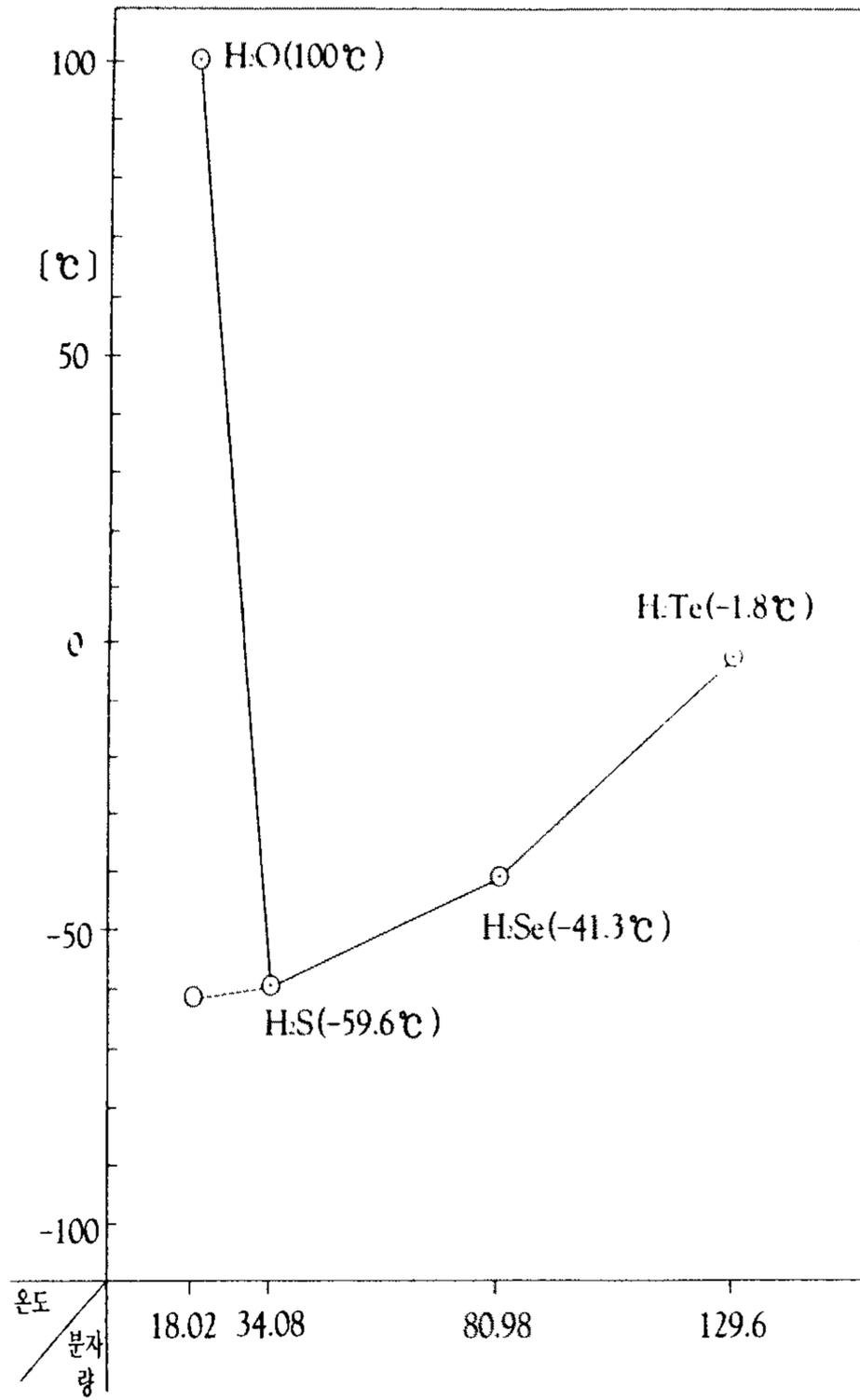
이러한 기술의 활용에 있어서 중요한 것은 정보원의 제어기술, 정보를 소재에 각인하는 기술, 그리고 정보의 방사가 오래도록 유지될 수 있게 하는 기술이 주요 핵심이 된다. 이 과정에서 바이오 그린 캐탈리스트 (Bio-green catalyst)가 매우 중요한 역할을 담당하는 것이다.

제 2 절 물의 에너지 처리 기술

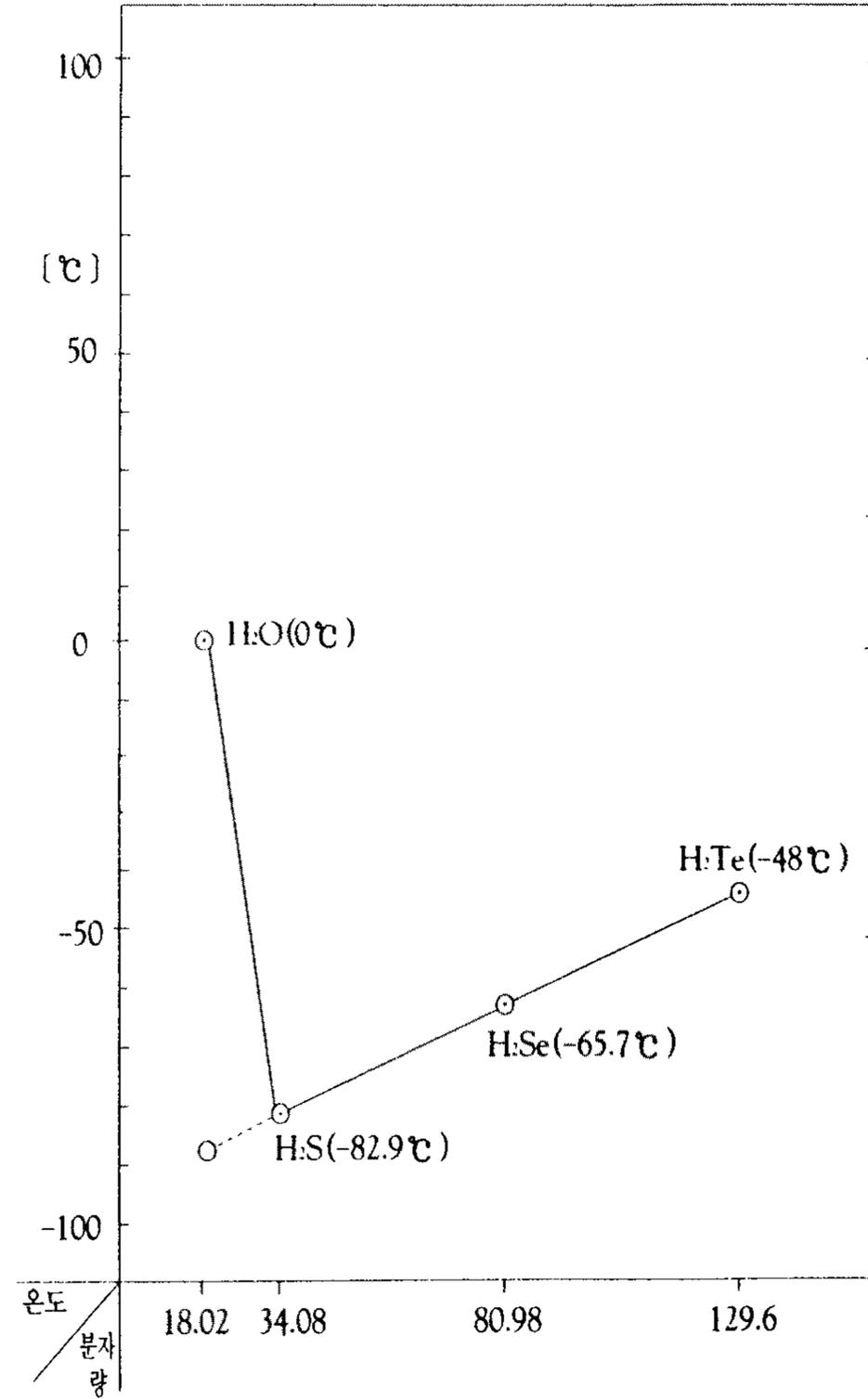
지금까지 발표된 문헌들을 보면 정보를 소재에 각인하는 과정에서의 경험들로 부터 볼때 정보각인이 잘되는 대상으로는 액체가 좋은 것으로 알려져 있다. 이것은 정보의 각인이 물질의 구조적인 변화와 관련이 있는 것이 아닌가하는 추측을 불러 일으킨다. 고체의 경우는 구조적인 변화가 어렵고 기체의 경우는 어떤 구조적인 형태를 유지하기가 어려운 것이다. 액체는 그 중간으로서 유동성이 있어 구조적인 변화가 용이하여 정보의 각인이 가능한 것으로 판단된다.

액체 가운데서도 특히 물의 경우는 분자들간에 서로 수소결합을 하고 있다는 구조적인 특성때문에 정보 각인이 용이한 것으로 알려져 있다. 물은 이미 그 특이한 성질, 즉 같은 계열의 수소화합물에 비하여 유난히 높은 녹는점, 끓는점, 용해열, 증발열, 표면장력, 점도, 열용량등으로 인해 주목을 받아 왔으며 모든 생명활동의 기본 매개체라는 점에서도 여러사람들이 연구하여 왔다. 그럼에도 불구하고 이러한 물의 특이 성질이 물분자간의 수소결합때문이라는 것 외에 뚜렷하게 밝혀진 것은 없는 상황이다.

물의 분자 구조는 같은 산소족 수소 화합물인 H_2Te , H_2Se , H_2S 등과 비슷하다. 이 세가지 물질들의 분자량에 따른 녹는점, 끓는점등의 변화 추이를 살펴 보면 그림 2.2.1에서 보듯이 물의 경우에 예상되는 녹는점 및 끓는



(a) 끓는점



(b) 어는점

그림 2.2.1. 산소족 수소화합물 및 물의 분자량에 따른 끓는점(a)과 어는점(b)의 변화

점은 각기 약 -90°C 와 -60°C 이다. 그러나 실제로 물의 녹는점과 끓는점은 잘 알려져 있듯이 0°C 와 100°C 로서 예상값과 큰 차이가 난다. 물에서는 이 이외에도 유전율, 비열, 용융열, 증발열등을 포함하여 여러가지 다른 특성들에서도 특이한 점들이 관찰되고 있다.

물은 어느 액체보다도 높은 유전율을 보이는데 이것은 물의 분자구조에서 연유하는 극성때문이다. 전자레인지를 이용하여 물을 가열하는 것도 이 성질을 이용한 것으로서 물의 공진 주파수대역인 2450 MHz의 전자파를 물에 조사하면 물분자들이 급격하게 진동하며 분자들의 회전운동으로 인하여 마찰열이 생성되면서 물이 가열되는 것이다.

물을 공진 주파수 혹은 흡수 파장대의 빛, 적외선, 전자파등으로 조사하면 물의 특성이 변한다는 사실은 적지 많이 알려져 있다. 이러한 처리를 거친 물을 보통 energized water라고 부르는데 이것은 물이 에너지를 흡수하여 그만큼 에너지 수준이 높아졌다는 것을 의미하는 것이다. 전자레인지를 이용하여 물을 가열하거나 식품을 조리하는 경우 물에 조사된 에너지의 대부분은 물에 구조적 변화를 일으키기 보다는 물 분자의 격심한 회전 운동에 쓰인다. 그러나 물을 에너지 처리하는 경우에 쓰이는 에너지의 세기는 전자레인지에 쓰이는 경우의 세기보다 훨씬 약한 것으로서 물의 구조상의 변화를 가져오는 것으로 추정되고 있다.

물과 같은 액체의 구조를 연구하는 방법으로서는 중성자 산란등을 이용하는 기술이 있으나 아직까지도 만족할만한 수준은 아니며 물의 구조에 대해서는 이론적인 모델만이 제시되고 있는 정도이고 실제적인 구조가 밝혀진 바는 없다. 현재로서는 물의 구조적인 변화를 직접적으로 측정하는 방법이 알려진 바 없기 때문에 물의 특성 변화를 통하여 간접적으로 추정하는 방법

이 쓰이고 있다. 문헌에 보고된 바에 따르면 물의 물리적 성질 가운데서 표면장력, 증발속도, 점도, 응고 속도등이 변화하는 것으로 보고되고 있으며 자기적 성질과 광특성도 변화하는 것으로 알려져 있다.

물이 정보 각인이나 혹은 각인된 정보 전달의 매개체로서 매우 적절하다는 것은 경험적으로 알려진 것이기는 하나 이 특성도 수소결합에서 기인하는 것은 아닌가 추정되고 있다. 현재로서는 물을 다루는 방법들을 살펴보면 대체적으로 물 자체의 에너지 수준을 높이는 기술이 대부분이며 이에 더하여 섬세하게 정보를 각인까지 하는 기술은 아직 초보 단계에 머무르고 있다.

물을 에너지 처리한다는 것은 다시 말하면 방송의 주파수 대역을 넓히고 출력을 높이는 것과 유사하다고 생각할 수 있을 것이다. 지금까지 알려진 기술들을 보면 자석을 이용하는 것이 많은 부분을 차지하며 기타 전자파, 레이저, 음파, 전자장 등을 이용하는 것이 있고 최근에는 세라믹을 이용하는 것이 늘어나고 있다. 자화수의 경우는 그 효능이 이미 익히 알려진 바와 같이 다양한 것으로 알려져 있으며 특히 서구에서는 물 중에 칼슘성분이 많아서 보일러 관의 내부에 scale이 많이 끼는데 이것을 자화수로 해결하고 있다. 이러한 수처리 기술은 처음 자화수의 효능이 유럽에서 확인된 이후 소련에서 집중적으로 연구되어 실제로 그러한 효과가 있다는 것이 판명되었고 소련에서는 이를 보일러 뿐만 아니라 다른 분야에도 활발하게 이용하였다. 그러나 자화수가 어떻게 해서 물속의 scale을 제거하며 기타 생육촉진 등과 같은 효과를 가져오는지는 아직도 확실하게 밝혀지고 있지 않다. 이 자화수에 대해서는 이상하게도 서구에서는 활발하게 연구가 진행되고 있지 않으며 자화수의 효능에 대한 많은 부분이 구소련에서 알려진 결과들에 기초한 것이다.

최근들어서는 세라믹을 통과하면 물의 특성이 변한다는 주장과 함께 그 효과가 기존의 물과는 크게 다르다는 것이 일본에서 보고되고 있다. 그러나 세라믹의 경우에는 자석의 경우와 달리 어떠한 형태의 에너지가 방출되고 있으며 그 파동의 형태는 어떠한 것인가에 대한 충분한 연구나 분석이 아직 덜되어 있기 때문에 연구가 더 수행되어야 할 부분이다.

물의 에너지 처리에 의해 생육촉진등과 같은 효과를 가져오는 부분에 대해서는 다음과 같이 설명이 가능할 것이다. 우선적으로 작물들에는 생명의 파동, 즉 잘 자란다는 정보가 기본적으로 이미 내재되어 있다고 할 수 있을 것이다. 물의 에너지 수준을 높이면 이것은 곧 생체에 대하여 에너지를 강하게 방사하는 것이 되고 생체는 공명에 의해 이 에너지를 흡수하므로써 자체의 에너지를 높인다. 따라서 에너지 처리된 물로 부터 얻어지는 효과는 정보에 의한 효과라기 보다는 출력의 강화에 의한 효과라고 할 수 있을 것이다. 여기에 정보처리까지 행해진다면 더욱 그 효과는 배가될 것이다.

위와 같은 현상론적 설명에 더하여 물 자체의 분자크기를 잘게 쪼개면 생체내의 흡수가 잘 될뿐더러 신진대사가 원활하게 되어 여러가지로 이로운 것으로 설명되고 있다. 그러나 이것도 앞으로 더욱 연구가 필요한 분야이다.

제 3 절 에너지처리에 의한 효과 및 평가

물을 에너지 처리하는 방법이 다를지라도 에너지 처리된 물을 사용할 경우 얻어지는 효과들은 매우 비슷하다. 이것은 에너지처리하는 방법이 달라도 그 기본적인 mechanism은 같은 것이라는 강력한 증거가 될 수 있다. 다시 말해 물을 에너지 처리할 때 일어나는 물의 구조적 변화를 현재로서는 직접 측정할 수 없으나 구조적 변화의 내용이 거의 같으리라고 볼 수 있으

며 다만 그 효과의 지속기간, 세기 등에서 처리 방법별로 차이가 있는 정도가 아니겠는가하고 추정된다.

우선 에너지 처리하는 방법중에서도 그 역사가 비교적 긴 자화수에 대해 그 효과를 정리하여 보겠다. Corrosion 잡지에 실린 논문을 보면 보일러의 물을 자화 처리한 후에 사용할 경우 나타나는 효과들이 다음과 같이 정리되어 있다.

Scale의 제거가 가능하며 녹물의 방지에 효과가 있다

pH가 증가하고 용존 산소량(DO)이 감소하며 산화환원전위(ORP)가 감소한다
붉은 녹(Fe_2O_3)이 검은 녹(Fe_3O_4)으로 변한다

위의 효과들은 부식억제효과에 초점을 두고 얻어진 연구결과들이다. 그러나 위와 같은 효과들이 어떻게 해서 나타나게 되는가는 아직까지도 명쾌하게 밝혀지지 않은 상태이다. 이것은 인간이 아직도 물의 구조를 제대로 알고 있지 못한데 그 근본적인 이유가 있다고 판단된다. 위의 mechanism이 밝혀지려면 앞으로도 상당한 기간동안에 걸쳐 연구가 진행되어야 할 것이다. 위와 같은 효과 이외에도 자화수를 식물등과 같은 생물체에 적용하였을때 나타나는 효과로는 다음과 같은 것들이 알려져 있다.

동식물의 생육 속도가 빨라진다

藻類나 박테리아의 성장이 억제된다

곡물의 생산량이 증대된다

질병을 치유하는 효과가 있다

위와 같은 예 외에도 자화처리한 물을 이용하여 시멘트를 제조할 경우 시멘트의 강도가 올라가며 종이를 만들 경우에는 종이의 질긴 정도가 개선

되고 물을 정수 처리하는 것도 용이하게 된다는 등의 보고가 있다. 현재로서는 어떻게 해서 물의 특성이 이렇게 바뀌는지 알려져 있지 않으나 물의 분자 구조상 물은 다른 유사 액체에 비하여 쌍극자 모멘트가 크며 이로 인해 강한 극성을 지니고 있으므로 자장을 통과하는 와중에 이 쌍극자의 정렬에 어떤 변화가 오는 것이 아닌가하는 의견이 있다. 그러나 물 자체가 1초에 수조번 진동할 정도로 매우 활발하게 운동하는 물체라는 점을 감안한다면 쌍극자 모멘트로 특성의 변화를 모두 설명하기는 쉽지 않다.

최근에 일본에서 보고된 문헌들에 따르면 물을 에너지 처리한 후에 이를 이용하여 빵등과 같은 식품을 제조하거나 식품의 가공과정에서 에너지 처리한 물을 사용하면 식품의 신선도 유지기간이 상당히 길어지고 이를 이용하여 조리한 음식은 그 맛이 좋아진다는 보고도 있다. 이 결과들은 관능 검사에만 의존하여 얻어진 것들이 아니라 실제로 핵자기 공명장치나 근적외선 분광분석장치등을 이용하여 수치에 근거한 결과값들이 나온것들로서 여러사람들이 경험에 의해 보고한 것이 단백질등의 분석결과와 실제로 잘 맞는다는 것을 뒷받침하고 있다. 이러한 결과들이 보고되기 시작하면서 일본에서는 water business가 새로운 사업영역분야로 등장하고 있으며 water design 연구회라는 연구그룹이 생길 정도로 활발하게 사업이 전개되고 있다. 여기에서 더 나아가 물을 이용한 질병치료효과등에 대한 연구도 활성화되고 있다.

위의 예들은 에너지처리한 물을 이용할 경우 얻어지는 일부 효과들을 나타낸 것이다. 본 연구에서는 우선 물을 에너지 처리할 경우 나타날 수 있는 물 자체의 특성 변화를 시험평가하기 위하여 물의 표면장력, 점도 특성, 밀도, 증발 속도, 광 흡수 특성, 핵자기 공명특성, 그리고 이 물을 이용하여 제조된 제품의 원적외선 방사 특성, 표면 형상 등을 관찰하였다. 시험평가

의 대상이 된 물은 수도물, 이온교환처리물, 정수, 원수(100%), 1%용액, 10%용액이다. 여기에서 이온교환처리 물은 비교기준으로 삼기 위하여 측정하였고 정수, 원수, 1%용액, 10%용액은 (주)정원 엔터프라이즈에서 제공한 물로서 정수는 수도물을 정수처리한 것이며, 원수는 bio-catalyst를 넣고 energizing처리한 것이고, 1%용액과 10%용액은 원수를 정수에 각기 1:99의 비율과 1:9의 비율로 희석한 것이다.

3.1. 표면 장력 변화

물을 에너지 처리하면 물의 표면 장력이 줄어드는 것으로 보고되고 있다. 그 이유는 물 분자 집단(cluster)의 크기가 작아지면서 분자들간의 결합력이 줄어들기 때문인것으로 설명되고 있다. 표면 장력의 측정은 비교적 용이한 시험 방법의 하나이므로 우선적으로 측정하였다. 측정방법은 Ring method로서 직경 약 2cm의 백금-이리디움 링을 물의 표면에 닿게한 뒤 서서히 끌어 올리면서 이 때 형성되는 수막이 끌어 올려지다가 더 이상 견디지 못하고 떨어져 나갈때의 인장력을 측정하여 표면장력을 계산하는 방식이다. 아래의 표 2.3.1은 표면장력 측정결과이다.

표 2.3.1. 표면장력 측정결과 (단위:dyn/cm)

수도물	이온교환수	정수	1% 용액	10% 용액	원수
72.5	72.6	72.3	72.4	72.7	72.6

위의 결과들을 보면 물들간에 표면장력값에 차이가 다소 있음을 알 수 있다. 정수처리한 물이 가장 낮으며 원수는 오히려 수도물이나 이온교환수

와 비슷한 편이고 1%용액과 10%용액은 원수를 정수에 넣어 희석한 것이므로 원수보다 표면장력값이 낮다. 정수처리에 의해 표면장력값이 줄어들고 bio-catalyst첨가 및 energizing처리에 의해서는 오히려 표면장력값이 늘어난다는 것을 알 수 있다. 계면활성제와 같은 화학물질의 첨가가 없이 물리적인 처리방법만으로 물의 표면장력값이 변하였다는 사실은 그 변한 양이 적기는 하나 흥미를 끄는 결과이다.

물분자의 약 10억분의 1정도는 해리하여 $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ 와 같은 평형상태를 이루고 있는 것으로 보고되고 있다. 여기에서 수산이온 OH^- 가 한개의 물분자와 결합하면 $H_3O_2^-$ 하이드록실 이온이 된다. 이 이온은 불안정한 활성 상태이므로 물의 계면으로 급속히 이동하여 친수기인 H-O-H 기의 부분을 물 쪽으로, 그리고 소수기인 OH^- 기를 물 반대쪽으로 배향하여 안정상태를 이룬다. 이 하이드록실 이온의 존재에 의해 물의 표면장력이 줄어드는 것으로 설명되고 있으며 이 때의 표면장력 감소값은 약 10%정도라고 한다. 그러나 하이드록실 이온의 생성에 의한 표면장력 감소효과는 대략 2~3일 정도 밖에 지속되지 못한다고 보고되고 있다. 위의 실험 결과들은 이미 물을 처리한지 수주일이 지난 뒤에 측정하여 얻어진 것들이므로 표면장력의 변화가 하이드록실 이온에 의한 효과라기보다는 물분자 집단의 크기 변화에 연유하는 것으로 추정할 수도 있다. 이렇게 추정한다면 정수처리과정이 단순히 물을 정화하는 것 뿐만 아니라 물분자의 구조자체에도 영향을 미치는 것이 아닌가 볼 수 있을 것이다. 표면장력의 변화에 대해서는 앞으로 시간을 두고 연구할 필요가 있으며 특히 물을 정수 처리하거나 에너지처리한 뒤에 신속히 측정하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

3.2. 증발 속도 변화

물의 증발 속도 또한 에너지 처리에 의해 변하는 특성중의 하나로 알려져 있다. 물분자 집단의 크기가 작아지면 물분자들간의 결합력이 약화된 것이므로 그에 따라 증발속도가 증가한다고 보고되고 있다. 증발속도를 알기 위하여 20cc용량의 유리병에 물을 채워 넣고 온도 및 습도가 일정하게 유지되는 항온항습실에 두고서 일정한 시간 간격으로 물병의 중량을 측정하였다. 그림 2.3.1은 시간 변화에 따른 중량변화를 나타낸 것으로서 물의 종류별로 증발변화에 차이가 있다는 것을 알 수 있다.

증발속도를 비교하여 보면 수도물이 가장 낮고 그 차이도 다른 물들과 비교하여 현저하게 다른 편이다. 이온교환수는 표면장력값이 큰 편에 속하는데도 불구하고 증발속도가 큰 것으로 나타났다. 그리고 원수를 비롯하여 원수를 희석한 용액 모두 증발속도가 큰 것으로 나타났으며 이 중에서도 1%용액의 증발속도가 가장 큰 것으로 나타났고 모두 다 이온교환수보다 증발 속도가 크다. 이 결과로 부터 원수를 포함한 희석용액의 물 분자집단의 크기가 수도물, 이온교환수, 그리고 정수보다도 작다고 추정할 수 있다. 그러나 어떻게 해서 원수나 10%용액 보다도 1%용액의 증발속도가 가장 클 수 있는가를 알기 위해서는 보다 더 깊은 연구가 필요하다. 또한 이온교환수가 표면장력값이 낮은데도 증발속도가 크게 나타난 점, 그리고 정수가 표면장력이 낮은데도 불구하고 증발속도가 낮게 나타난 점등도 앞으로 보다 정량적인 연구가 필요한 부분이다.

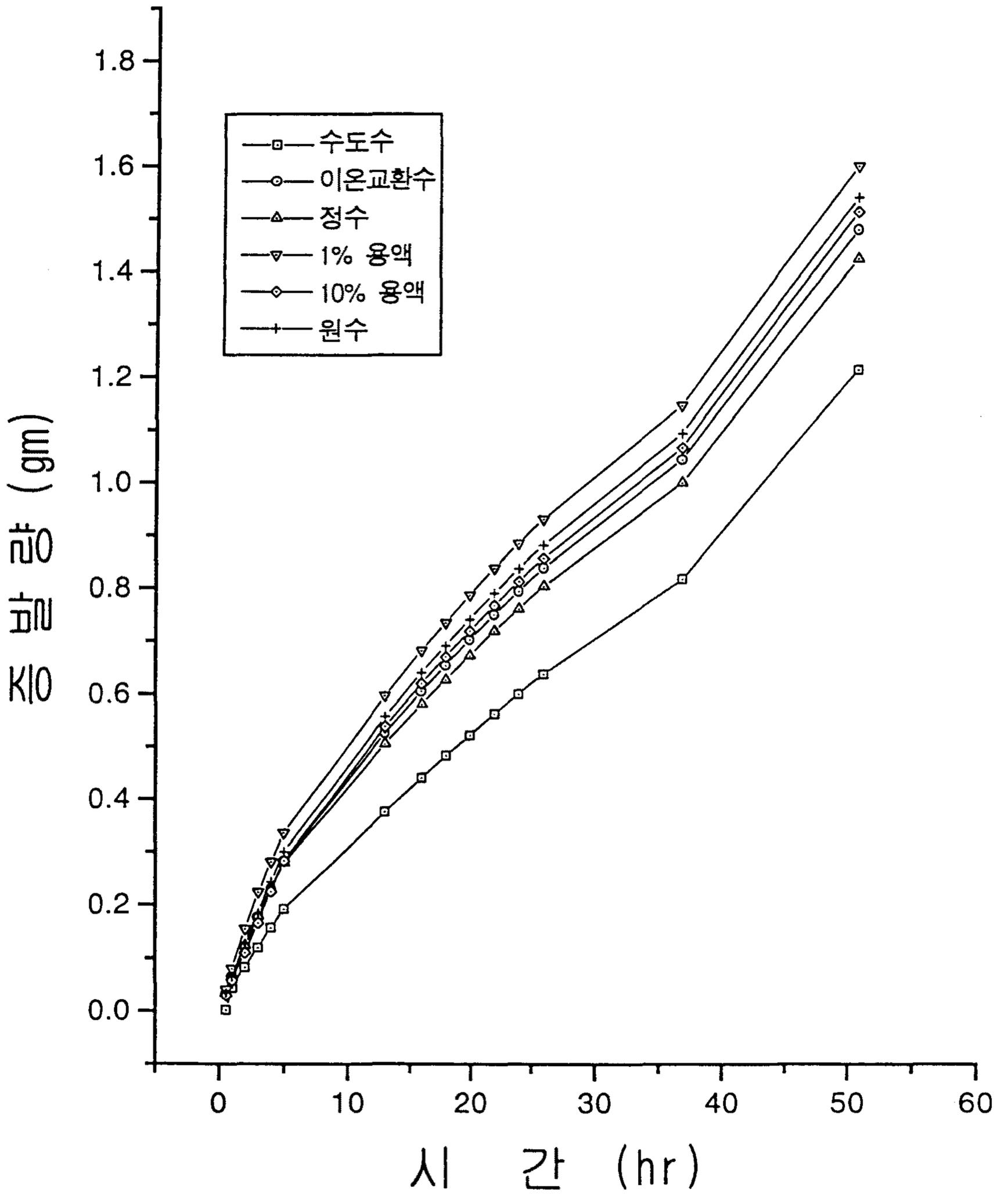


그림 2.3.1. 시간에 따른 물의 종류별 중량 감소량

3.3. 점도 특성 변화

일부 문헌들에 따르면 물을 에너지 처리할 경우 물의 점도가 변한다고 보고 되어 있다. 이 가능성은 물의 표면장력이 변하는 실험결과로 볼 때 충분하다고 판단되어 점도변화를 측정하였다. 점도 측정은 물이 가늘은 모세관을 통과하는데 소요되는 시간을 측정하여 얻어진 동점도값에 물의 밀도값을 곱하여 점도를 구하는 방식을 이용하였다. 표 2.3.2.는 점도 측정결과로서 측정온도는 $20 \pm 0.0005^\circ\text{C}$ 로 정밀 제어하였다.

표 2.3.2. 동점도, 밀도 및 점도 측정 결과

(단위: $\text{mm}^2/\text{s}(\text{cSt})$, gm/cm^3 , $\text{mPa}\cdot\text{s}(\text{cP})$)

구 분	수 도 물	이온교환수	정 수	1% 용액	10% 용액	원 수
동점도	1.00611248	1.00459232	1.00650783	1.00633081	1.00592998	1.00794434
밀 도	0.99855	0.99833	0.99844	0.99849	0.99851	0.99880
점 도	1.00465362	1.00291465	1.004937686	1.00481125	1.00443114	1.00673481

점도는 유체가 외부로 부터 가해지는 힘에 저항하여 형태가 잘 바뀌지 않으려고 하는 경향을 정량적으로 나타낸 것으로서 일종의 내부 마찰(internal friction)이다. 따라서 분자간의 결합력이 클수록 점도값이 커진다. 물의 경우 초순수의 20°C 에서의 점도값은 미국의 국립표준기술원(NIST)에서 발표한 자료에 따르면 1.002 ± 0.0003 으로서 위의 결과중 이온교환처리한 물의 점도값이 이에 가장 가깝다. 초순수에 다른 물질이 용해되면 점도값이 커지는 경향이 있고 또한 물분자 집단의 크기가 작아질수록 점도값이 작아지는 경향이 있다고 보고되고 있다.

위의 결과에서 보면 이온교환수의 점도값이 가장 낮으며 이것은 이온교환수가 무기이온이나 기타 용해물이 거의 없는 상태로서 가장 깨끗한 물이라는 것을 뜻한다고 볼 수 있다. 원수의 점도값이 높게 나온 것은 물을 에너지 처리하면서 첨가한 bio-catalyst가 충분히 걸러지지 않았기 때문인 것으로 추정된다. 그러나 이 원수를 정수와 1:99, 그리고 1:9의 비율로 혼합하여 제조한 물의 점도값이 정수의 점도값보다도 낮게 나오고 더군다나 10% 용액의 점도값이 오히려 1%용액의 점도값보다도 낮게 나온 사실은 더욱 해석하기가 어려운 결과이다. 혼합에 의해서 물분자의 크기가 작아진다는 것으로 볼 수도 있겠으나 어떻게 해서 그러한 일이 일어날 수 있는가는 확실하지 않다.

이 결과가 물들간의 밀도차이에 의한 것일 수도 있지 않겠는가고 추정될 수도 있겠으나 밀도값들을 분석하여 보면 표 2.3.2.에서 보듯이 물들간의 밀도차이가 점도값에 영향을 줄 정도로 크게 차이나지 않는다. 또한 정수, 1%용액, 10%용액, 그리고 원수의 밀도값을 비교하여 보면 원수의 밀도값이 가장 높는데 이것은 앞서 설명한대로 물을 에너지처리한 후 bio-catalyst가 충분히 제거되지 않았기 때문에 밀도값이 높게 나온것으로 판단되며 원수의 비율이 높아질수록 밀도값이 높아지는 경향이 있음을 알 수 있는데 이 결과는 혼합비율에 따른 이론적 계산치와도 크게 어긋나지 않는다. 정수의 밀도값이 수도물의 밀도값보다 낮는데 이것은 정수의 잔류 용해물이 수도물보다 적다는 것을 시사하는 결과이나 점도값은 오히려 그 반대로 정수가 더 높은것으로 나타났다. 따라서 물들간의 점도 차이는 밀도차이가 아니라 다른 원인에 의한 것으로 추정된다.

점도 측정은 많은 시간이 소요되는 작업으로서 하루에 최대 2번 측정하

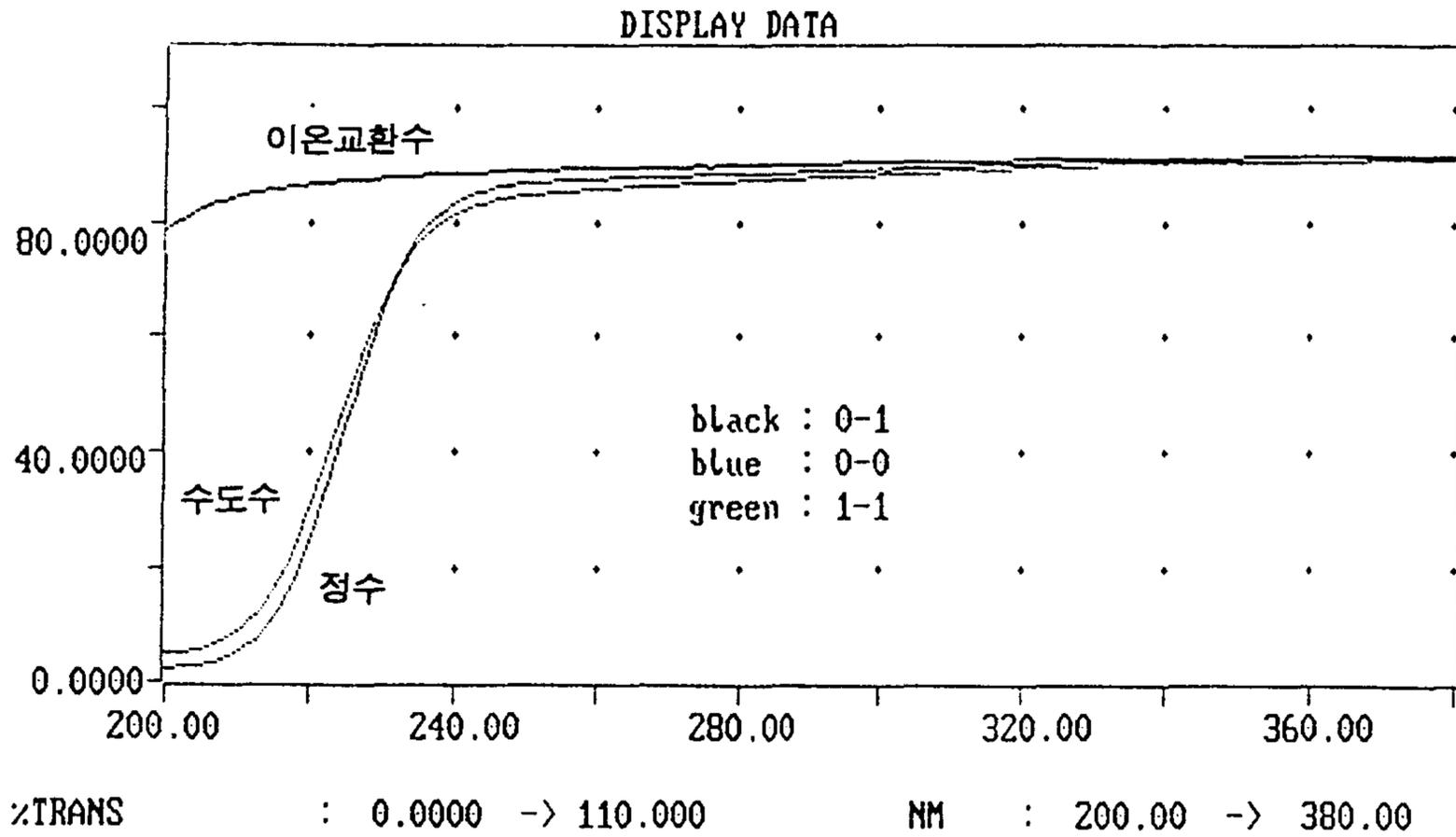
기가 버거운 정도로 시간이 걸리며 온도를 매우 정밀하게 제어해야 되므로 물의 특성 변화를 측정하는 지표로서 활용되려면 보다 간편한 측정방법이 요구된다.

3.4. 광 흡수특성

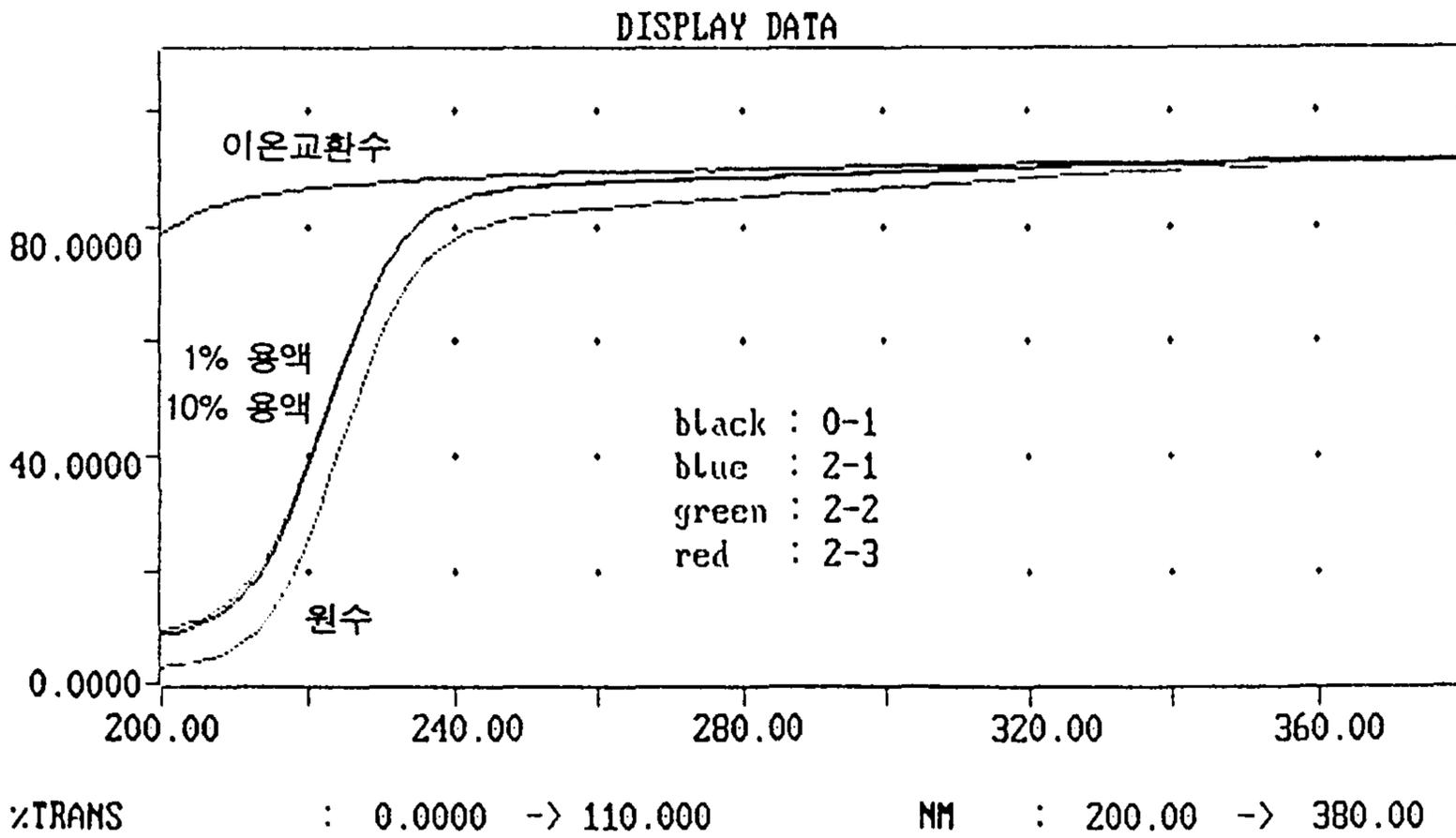
물의 광 흡수 특성 변화를 보기 위하여 자외선 및 가시광선 영역에서 광 흡수도를 측정하였다. 그림 2.3.2는 UV-Vis-IR 분광계로 광투과도를 측정한 결과로서 empty cell을 기준으로 하여 200nm 에서 380nm의 파장대에 걸쳐 비교 측정하였다. 가시광선 영역에서는 큰 차이가 나타나지 않으나 자외선 영역에서 다소의 차이가 관찰된다.

그림 2.3.2(a)는 이온교환수, 수도물, 그리고 정수를 측정한 것으로서 이온교환수는 자외선 영역에서 투과량이 다소 감소하지만 수도물과 정수는 240nm를 기점으로 급격히 투과량이 감소하여 200nm근방에서는 거의 모든 자외선을 흡수한다. 광흡수특성에서는 정수나 수도물이나 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

그림 2.3.2(b)는 이온교환수와 1%용액, 10%용액, 그리고 원수를 비교한 것으로서 원수는 오히려 수도물이나 정수와 비슷하고 1%용액 및 10%용액의 투과도가 원수보다 높게 나왔다. 1%용액과 10%용액간에는 차이가 거의 없이 일치하나 원수가 정수와 거의 같다는 결과로 부터 볼 때 이것은 의외의 결과이다. 즉 원수와 정수가 거의 같기 때문에 이 두가지의 물을 서로 어떤 비율로 섞더라도 투과량의 차이가 별로 없을 것으로 예상되는데 오히려 이 두가지의 물을 혼합한 것이 빛을 덜 흡수하는 것으로 나타난 것이다.



(a) 이온교환수, 수도수, 정수



(b) 이온교환수, 1%, 10%, 원수 (100%)

그림 2.3.2. 물의 광투과도 분광분석 결과

3.5. 핵자기 공명 특성

일본에서 보고되고 있는 자료에 따르면 물 분자 집단의 크기가 작아지면 핵자기 공명측정시 O^{17} 핵종에서의 슛구침 반치폭이 줄어든다고 되어 있다. 이것은 비교적 최근에 발견된 것으로서 장치가격은 비싸지만 짧은 시간안에 물분자 집단의 크기에 대한 정보를 얻을 수 있다는 장점 때문에 주목을 받고 있다. 이 방법을 처음 제안한 사람은 마쓰시다로서 산소 O^{17} 핵종의 진동수에 맞추어 측정한다는 점과 물에 D_2O 를 첨가하지 않는다는 점이 일반적인 수소핵종 중심의 측정방법과 다른 점이다. 이를 이용하여 측정한 결과는 표 2.3.3과 같다. 핵자기 공명 측정 결과는 온도에 따라 민감하게 변하는데 본 실험 결과는 $20^{\circ}C$ 에서 얻어진 결과들이다.

표 2.3.3. 핵자기 공명 측정 결과 ($20^{\circ}C$, 단위 : Hz)

수도물	이온교환수	정 수	1% 용액	10% 용액	원 수
115	158	115	105	146	70

비교를 위하여 일본에서 보고된 자료를 그림 2.3.3에 나타내었다. 이 결과들과 비교하면 원수의 반치폭이 건강에 좋다고 하는 물보다 좁다는 것을 알 수 있다. 그림 2.3.4는 일본에서 보고된 자료로서 온도에 따른 물의 반치폭 변화를 나타낸 것으로서 수도물과 알카리이온수, 산성이온수에 대한 측정 결과이다. 표 2.3.3의 결과와 비교하여 보면 건강에 좋다는 알카리 이온수 보다 반치폭이 좁다는 것 또한 알 수 있다. 이온화 처리를 하지 않은 중성의 물로서 알카리이온수 만큼 반치폭이 좁게 나온것은 의미가 있는 결과이다. 이온교환수의 측정값은 의외로 일본에서 보고된 값에 비하여 매우 큰

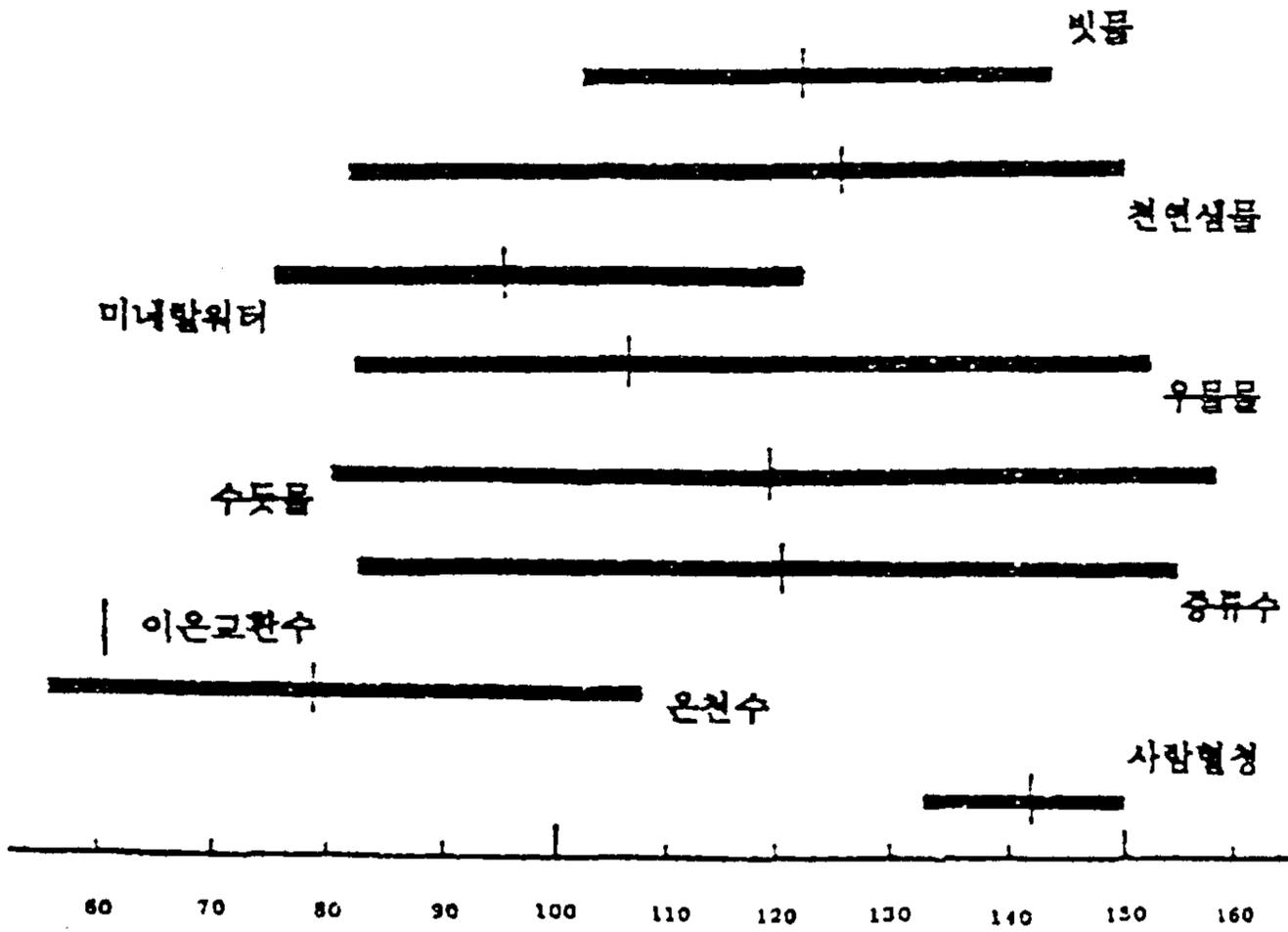


그림 2.3.3. 각종 물의 O^{17} NMR 반치폭 범위

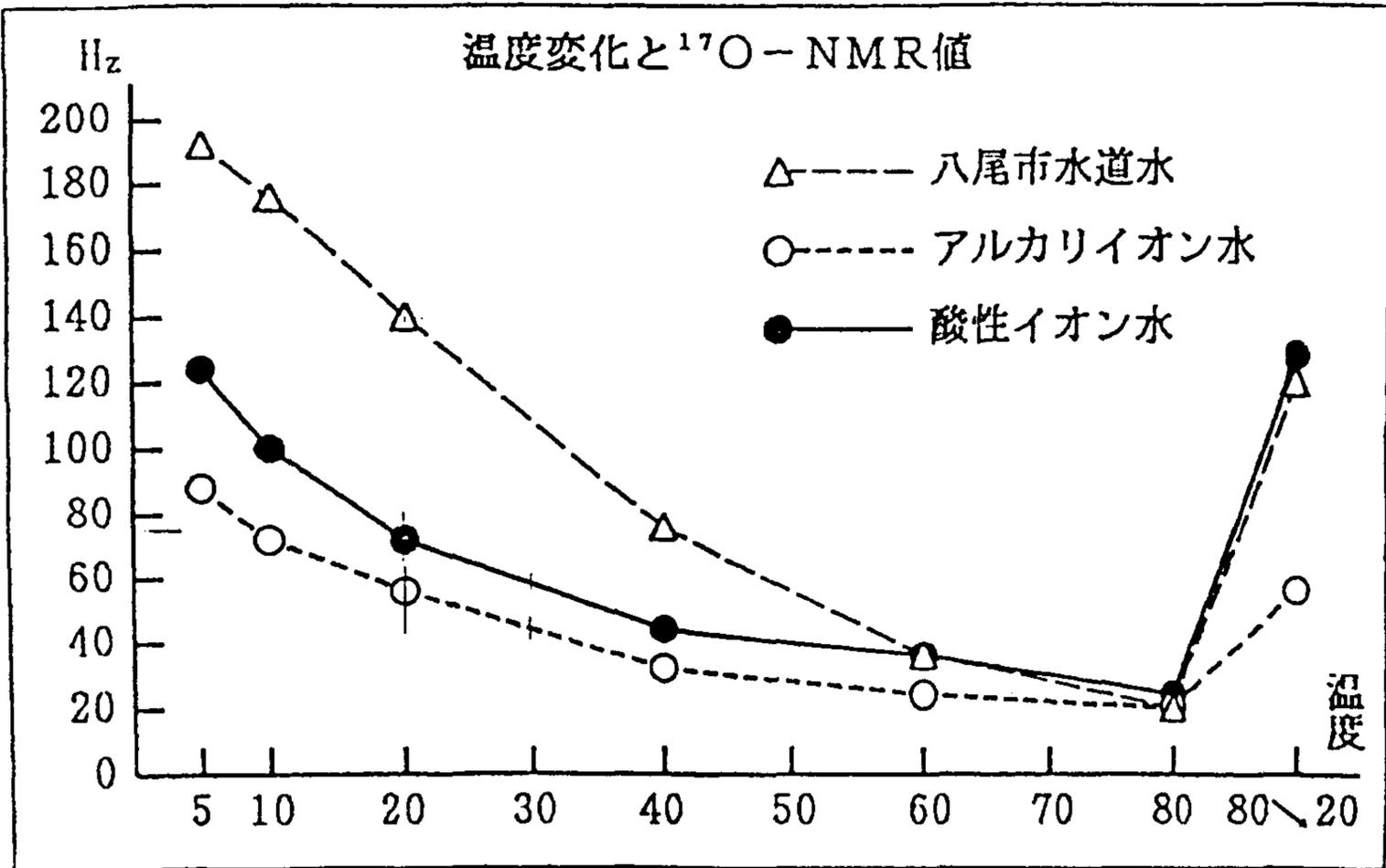


그림 2.3.4. 온도에 따른 물의 O^{17} NMR 반치폭 변화

것을 알 수 있다. 또한 정수, 1%용액, 10%용액, 그리고 원수의 측정 결과를 비교하여 볼때 원수의 반치폭이 가장 작은데도 불구하고 10%용액은 오히려 정수보다 더 높은 결과가 얻어졌다. 이에 대한 해석을 위해서는 시간을 두고 여러번 측정을 하여야 할 것으로 판단된다.

3.6. 원적외선 방사 특성

에너지처리한 물을 이용하여 제조한 제품의 원적외선 방사특성을 알기 위하여 분체도료 페인트를 대상으로하여 원적외선 방사강도를 측정하였다. 에폭시 수지를 기초로하는 분체도료 페인트를 두껍게 만들어서 비교를 위한 시편으로 삼고, 다른 하나는 분체를 에너지 처리한 물로 처리한 뒤에 도장하여 두껍게 만들었다. 시편은 모두 (주)경원엔터프라이즈에서 제공한 것으로서 건설화학에서 만든것이다. 그림 2.3.5는 69℃의 온도에서 6 μ m 에서 부터 14 μ m까지의 파장 범위에 걸쳐 측정한 결과로서 전 파장 범위에 걸쳐 방사강도가 더 높아진 것을 알 수 있다. 방사율을 측정범위에 걸쳐 평균을 내어서 비교하여 본 결과 약 14% 정도 상승되었다.

일반적으로 세라믹 분말을 프라스틱등에 혼합하여 원적외선 효과를 얻고자하는 제품들에서 세라믹의 혼합에 의하여 상승되는 방사강도의 증가율이 5%를 넘기가 힘든 점을 감안하면 14%의 상승은 매우 의미가 큰 결과이다. 그 이유는 단순히 상승폭이 크다는 것보다도 세라믹과 같은 다른 물질을 첨가하지 않고서도 원적외선 방사 강도가 높아졌다는 것 때문이다. 이와 같은 재료 가공 기술이 다른 분야에 접목될 경우 앞으로 커다란 기술혁신이 예상된다.

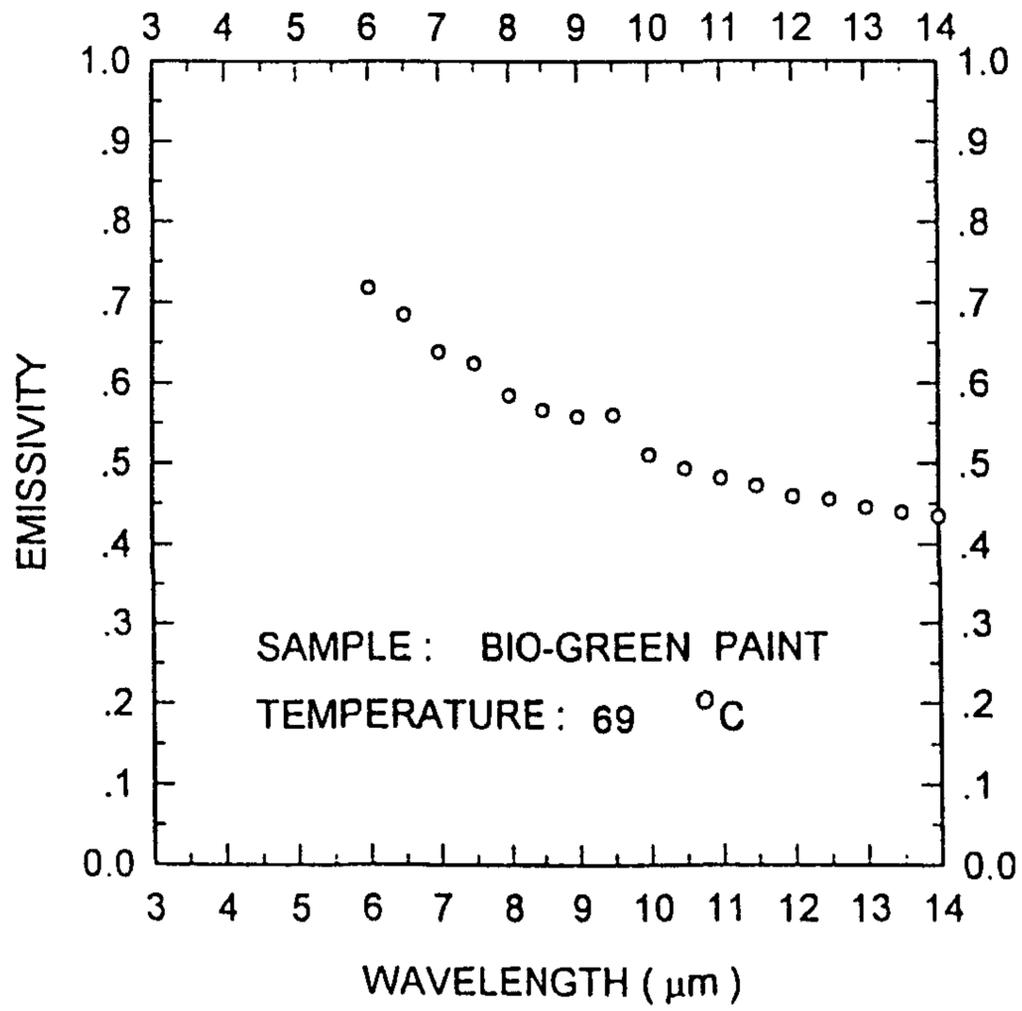
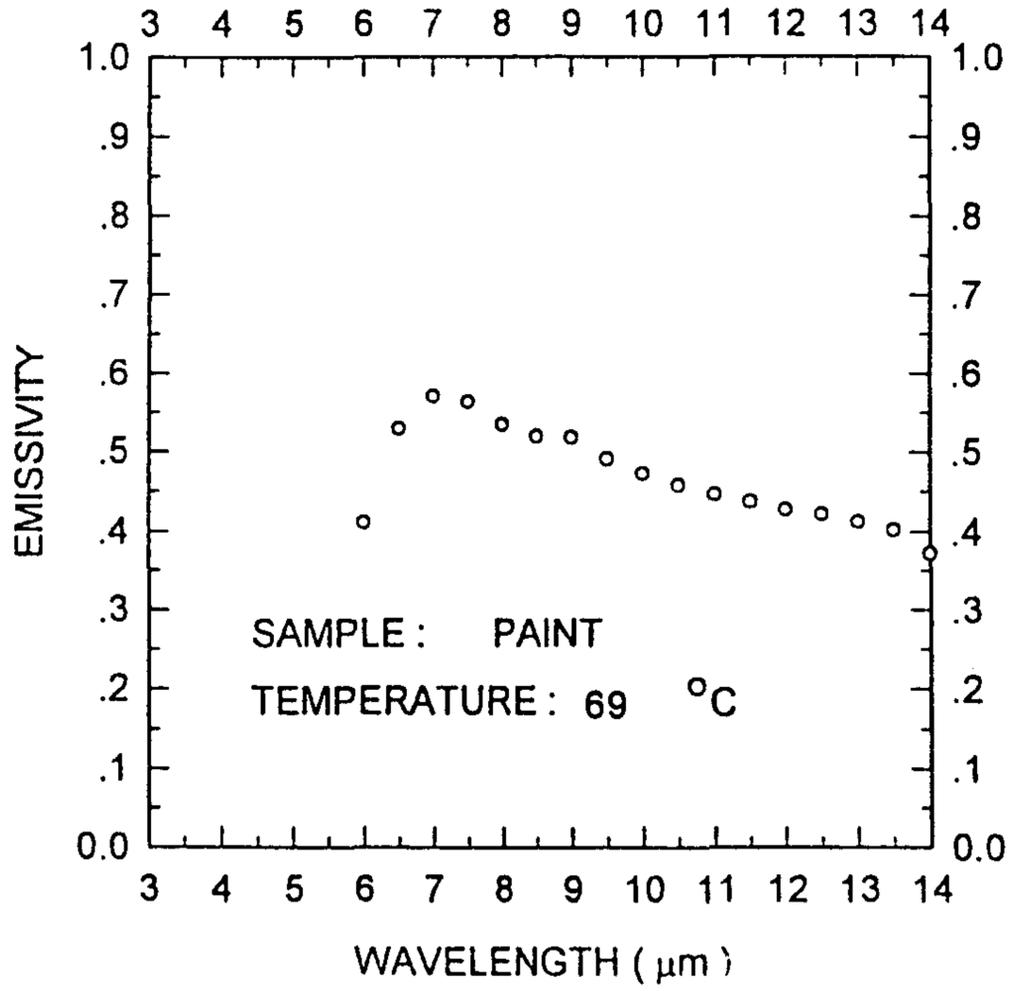


그림 2.3.5. 분체도료의 원적외선 방사 강도 측정 결과

3.7. 표면 형상 관찰

에너지 처리한 물을 이용하여 제조한 식품 포장용 랩의 표면 형상을 전자 현미경으로 관찰한 결과 그림 2.3.6에서 보는 것처럼 일반 랩에 비하여 표면이 훨씬 매끈하고 부드러운 것을 알 수 있다. 이것은 고분자들이 한곳으로 뭉치지 않고 고르게 잘 퍼져 있다는 것을 나타낸다. 즉 소재가 물의 정보처리를 통해 각인된 기능을 발휘할 뿐만 아니라 소재 자체의 구조적 특성도 바뀐다는 것을 시사하는 결과이다.

제 4 절 에너지 처리에 의한 효과 측정기술의 검토

물을 에너지 처리하였을 경우 물에 나타나는 변화를 측정하고자하는 시도는 여러사람들에 의해 수행되었다. 우선적으로 물에서 나타나는 물리적 변화로서 다음과 같은 특성의 변화가 보고된 바 있다.

표면장력의 감소, 모세관 상승 증대

증발속도의 증가

과산화수소의 형성

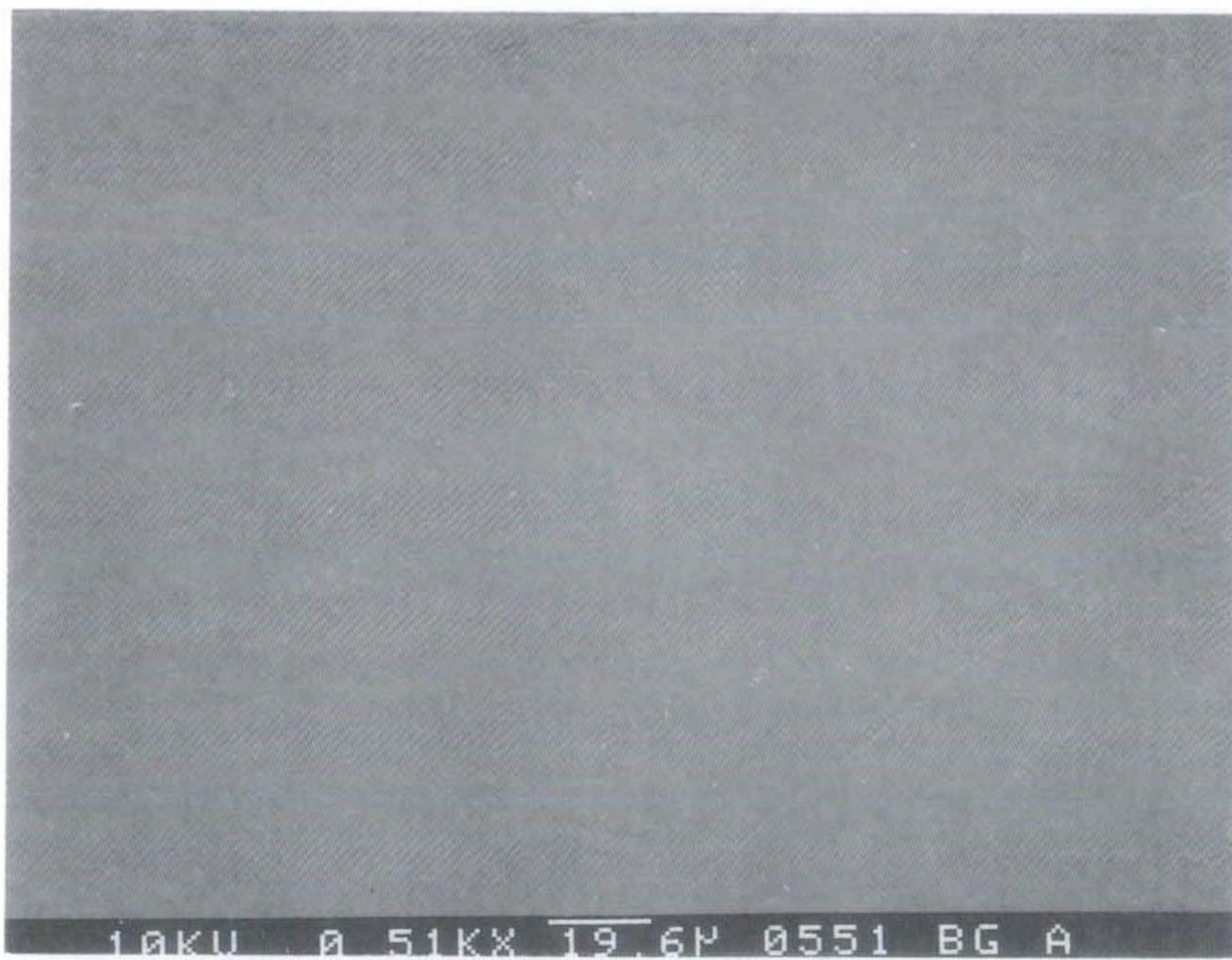
전기전도도의 증가, 수소이온 농도의 감소(pH의 증가)

일반 물과 다른 적외선 흡수 스펙트럼

위와 같은 변화에 대한 연구보고들이 보이기에는 하나 앞절에서 본 바와 같이 실제로 물을 에너지처리한 후에 물리적 특성의 변화량을 측정하여 보면 일부 특성값들은 변화량이 미미하여 정밀하게 측정하는 것이 쉽지 않다. 그러나 지금까지 연구보고된 결과들과 실제로 실험하여 본 결과에 따르면 표면장력의 감소, pH의 증가, NMR측정시 O^{17} 동위원소 슛구침 반치폭의 감소 등과



(a). 일반 필름



(b). Bio-catalyst 처리 필름

그림 2.3.6. PE 필름의 표면 형상 비교

같은 부분들에 있어서는 확실한 변화가 감지되는 것으로 나타났다. 그러나 문제는 이러한 변화를 어떻게 해석할 것인가에 있다. 즉 무엇 때문에 이러한 변화가 일어났느냐가 불분명한 상태이다. 예를 들어 NMR측정에 의한 반치폭의 변화도 일본에서 처음 알려졌으나 이 값의 의미는 현재로서 물의 분자 집단(cluster)의 크기와 관련이 있는 것이 아닌가 하는 정도에 지나지 않는다. 그러나 전세계의 장수촌, 그리고 좋은 물로 알려진 곳의 물을 측정하면 좋고 하는 물일수록 반치폭이 좁다는 실험적 결과로 미루어 좋은 물일수록 반치폭이 좁으므로 이를 기준으로 물을 평가한다고 하는 하나의 지표로서 사용하고 있는 실정인 것이다. 일부의 학자들은 이것이 pH의 변화와 관련이 있다는 설명을 하고 있기는 하나 그렇다면 굳이 힘들게 NMR로 측정할 필요가 없이 pH를 측정해도 같은 측정 결과를 얻는것으로 볼 수 있을 것이다.

위와 같은 문제점들을 종합적으로 검토한다면 현재로서는 물의 에너지 처리에 의해 물의 여러가지 특성이 변하는 것은 확실하며 또한 그 효과에서도 부정할 수 없는 결과들이 얻어지고 있으나 어떻게 해서 물의 특성이 변하고 변화량을 나타내는 최적의 지표가 무엇인가하는 것 등에 대해서는 아직까지도 밝혀진 것이 없는 상황이라고 하겠다.

제 3 장 PE film의 제조 및 특성평가

제 1 절 농업용 필름의 종류와 특성

농업용 필름의 종류에는 크게 PE(Polyethylene), EVA(Ethylene Vinyl Acetate), PVC의 세가지가 있다. 외국에서는 PVC필름을 가장 많이 사용하고 있으나 우리나라에서는 EVA보다도 사용량이 적다. 우리나라에서는 PE 필름이 약 70%를 차지하고 EVA가 16%, 그리고 그 나머지가 PVC이다.

일반적으로 외피복자재는 투광성, 보온성(야간의 냉각 방지 및 주간 온도 상승), 내후성(강도 유지, 변색, 착색), 물리적 특성(내충격성, 인장강도, 열팽창율), 작업성(피복작업이 쉽고 접착성이 없고 가벼운것이 좋다), 가격(사용연한)등에서 경제적이어야 한다. 내피복자재는 무엇보다도 보온성이 높아야 하고 광투과성은 높은 것이 좋다. 유리나 플라스틱 필름의 가시광선에 대한 투과율은 통상 사용되는 두께의 필름에서는 90%를 넘을 정도로 충분한데 물방울이 형성되거나 먼지, 오염 등으로 인하여 투과율이 저하되며 그 줄어드는 비율은 30~50%에 이르러서 작물의 광합성이나 하우스 내부의 온도환경에 영향을 미칠 수 있는 정도가 된다. 따라서 방진특성을 개선 시키기 위하여 정전기 제거 처리를 하는 것이 유리하다. 참고로 오이의 경우 광도를 자연광의 반으로 줄여도 탄소동화량은 그다지 줄어들지 않으나 광도가 1/4로 줄어들면 탄소동화량이 17.3%로 저하된다고 한다.

PE필름은 현재 우리나라에서 가장 많이 사용되고 있는 광폭필름의 주종으로서 값이 싸고 추위에 강하며 무게가 가볍고 온도변화에 따른 신축율이 적고 달라 붙지 않아 보관이 편하다. 그러나 보온력이 약하고 무적성도 약하며 광선투과율이 낮다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여

계면 활성제와 같은 특수 약제를 첨가해서 내구성과 무적성을 개선한 것이 장수필름이고 세라믹 분말을 첨가하여 보통의 필름보다 2℃ 높게 보온력과 무적성을 개선한 것이 보온 필름이다. 보온 필름의 경우에는 무기질인 세라믹의 첨가로 인하여 필름의 투광량이 떨어지지 않을 수 없다. 하우스 필름에 물방울이 맺히면 광선의 투광량이 5~10% 정도 떨어진다고 한다.

PE필름은 자외선과 가시광선의 투과량은 많으나 적외선의 투과율도 좋기 때문에 낮에는 좋으나 해가 진후 땅으로 부터 3~30 μ m대의 적외선 복사에 의해 냉각이 진행될 때는 적외선이 차단되지 않아 보온에 있어 불리하다. 반면 EVA나 PVC는 PE필름과 달리 복사에 의한 장파장의 열선을 상당히 차단하기 때문에 보온에 유리하다. EVA와 PVC중에서는 PVC가 훨씬 우수하다. 참고로 원적외선 차단율이 PVC는 80%이고 PE는 26%, 그리고 EVA는 42%이다. 따라서 PVC를 사용할 경우 하우스 내의 온도가 약 2℃정도 높은 것으로 알려져 있다.

PE 필름은 내진성, 즉 먼지가 달라 붙는 특성이 EVA나 PVC보다 우수하다. 즉 먼지가 덜 달라 붙기 때문에 시간이 지나면서 감소하는 투광율의 변화 특성이 다른 필름보다 우수하다. 예로서 광선투과도가 하우스를 설치한 직후에는 PVC가 EVA보다 투광율이 약간 높은 경향이 약 2개월 가량 지속되나 그 이후에는 투광율이 역전하여 3개월후에는 EVA가 PVC보다 투광율이 10%정도 높아진다. 그러나 설치후 8개월이 되면 PVC의 투광율은 50%이하가 되고 EVA는 이것보다 10% 높고 PE는 약 15% 높게 나타난다. 즉 PVC는 2개월 후 부터 투광율이 급속히 저하되는 경향이 있고 EVA는 설치 6개월까지는 PE와 같다가 그 이후 투광율이 저하되는 특성이 있다.

EVA필름은 에틸렌과 초산비닐의 공축합필름으로서 PE필름에 비하여

보온력이 좋고 무적성도 좋으나 온도 변화에 따른 신축성이 크고 달라 붙어서 작업과 보관이 용이하지 않다. 내후성도 PE필름보다 떨어지나 인장강도가 우수하여 삼중필름의 가운데층에 쓰인다.

PVC필름은 가장 보온력이 강하고 무적성도 탁월하며 광선투과율이 제일 높다. 내후성과 강도도 우수하나 첨가된 가소제가 표면으로 침출되면서 먼지를 끌어들이어 오염을 제거하기가 쉽지 않으며 광폭의 필름이 생산되지 않고 있어 땀질해서 사용해야하는 단점이 있다. 또한 내한성이 좋지 않고 온도변화에 따른 신축율이 크며 가소제가 함유되어 있어 서로 달라 붙어서 보관과 작업시 주의해야 한다. 가격이 가장 비싸기 때문에 현재 널리 보급되고 있지는 않다.

80년대 부터 국내에서는 단일 소재로 만들어진 필름을 쓰는데서 벗어나기 시작하여 이제는 3층필름을 많이 쓰고 있다. 이것은 외피에는 내후성의 필름을, 가운데는 강도가 높은 EVA를, 그리고 안쪽은 계면 활성제가 섞인 무적특성의 필름을 사용하여 제조한 것이다. 삼층 필름에는 보온력을 강조한 삼중보온, 무적을 강조한 삼중 무적, 그리고 내후성을 강조한 장수등이 있다.

제 2 절 PE film의 제조

1차년도 연구개발 목표는 PE film의 제조 및 물성평가, 그리고 제조된 film을 이용한 field test이다. 현재 이 연구과제는 작년 12월에 시작되어서 연구종료시 까지 시간적으로 10개월의 여유 밖에 없어 상당히 촉박하였으나 참여 기업인 경원엔터프라이즈와 농협 중앙회, 그리고 광주원예협동조합의 film제조공장, 안성에 있는 농협세계화 농민지도자 연수원의 적극적 협

조아래 필름의 시제품 제작과 실험용 하우스의 건립까지 진행되었다.

1차년도 종료 예정일인 9월까지 예비 재배실험결과를 얻기 위하여 농협 세계화 농민 지도자 연수원의 교수진들과 재배작물의 선정 및 재배조건, 그리고 측정인자등에 대해 협의를 마치고 하우스를 짓는데 필요한 별도의 비용을 경원엔터프라이즈에서 농협 연수원에 기증하였으나 현재 하우스 건립을 위한 토지 조성 공사가 완료되어 하우스의 설치가 끝난 상태이다. 이 결과 1차년도에 예비 실험 결과를 얻을 수는 없었다.

PE film을 제조하기 위하여 지난 3월에 대구의 PE필름 업체에서 시제품을 시험 생산하였고 곧이어 지난 6월에 광주의 하남공단에 있는 광주원예협동조합 필름공장에서 tunnel을 만드는데 필요한 폭 1m의 필름을 생산하였다. 하우스 설치에 필요한 광폭(10m)의 필름은 곧 광주원예협필름공장에서 생산할 계획으로 되어 있다.

PE필름은 정보 전사처리가 된 master batch를 먼저 제조하고 이를 일반 필름 제조용으로 쓰는 chip과 혼합하여 제조하였다. Master batch를 제조하기 위하여 우선 물을 energizing 처리하는 설비를 갖추었으며 이 물을 사용하여 콩나물 재배실험을 한 결과 보통의 수도물에 비하여 성장속도가 빠르고 콩나물 자체의 맛도 개선되어 비린맛이 대조구의 콩나물과 비교하여 훨씬 덜한 것으로 나타났다. 이 물에 촉매를 첨가하여 정보를 전사함과 동시에 이를 이용하여 PE film을 제조하기 위한 master batch를 만들었다. 전사시킨 정보의 내용은 작물의 생육을 촉진시키는 것으로서 이를 하우스용 PE film에 전사하여 작물을 재배하면 성장촉진이라는 소기의 성과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

Master batch를 10배의 PE chip과 혼합하여 폭 1m, 두께 0.004mm의

film을 제조하였으며 film의 구조는 3층으로 하되 가운데층은 아무 처리도 하지 않은 기존의 PE film을 넣었고 내피와 외피의 양쪽은 새로이 만든 film을 적층하는 구조로 제조하였다. 이렇게 만든 이유는 가능한한 기존의 3층 장수나 3층보온등의 필름과 구조를 같게 하기 위하여서이다. 그림 3.2.1.은 광주원협외 필름제조 설비 및 필름제조 광경이다.

제 3 절 제조된 PE film의 특성 평가

제조된 필름을 대상으로 하여 강도시험을 실시한 결과 기존의 3층 필름보다 강도가 다소 높거나 대등한 것으로 나타났으며 광특성 시험을 수행한 결과로는 육안으로 관찰할 때 필름의 haze특성이 기존의 제품보다 뛰어난 것으로 나타났고 투광도 측정에서는 자외선 영역에서 기존의 제품보다 배이상 흡수하는 것으로 나타났으며 그 결과는 그림 3.3.1과 같다.

그림 3.3.1의 결과로 부터 필름 자체의 haze는 기존의 제품이 신제품보다 더 크지만 빛의 산란효과가 큰것이지 실제로 필름이 빛을 흡수하는 것은 아니라는 것을 알 수 있다. 따라서 나중에 작물재배 실험을 할 때 재배상에 있어서 어떤 차이가 나타난다면 그것은 빛의 투과량에 의한 차이가 아니라는 것을 예측 할 수 있다. 그러나 신제품에서는 haze가 별로 없어서 PVC 필름만큼 투명하여 직달광이 보다 많이 식물에 도달하므로 강광성 작물(멜론, 오이, 수박, 토마토, 피망, 장미) 재배에서 탁월한 효과를 볼 수 있으며 탄소동화작용이 왕성하게 되고 광량 부족에 의한 작물성장 지연이 별로 없을 것으로 예측할 수 있다.

315~380nm의 근자외선은 식물에 대해 형성작용을 하면서 동시에 신장생육을 억제하는 작용이 있다고 알려져 있다. 300nm이상의 자외선은 안토

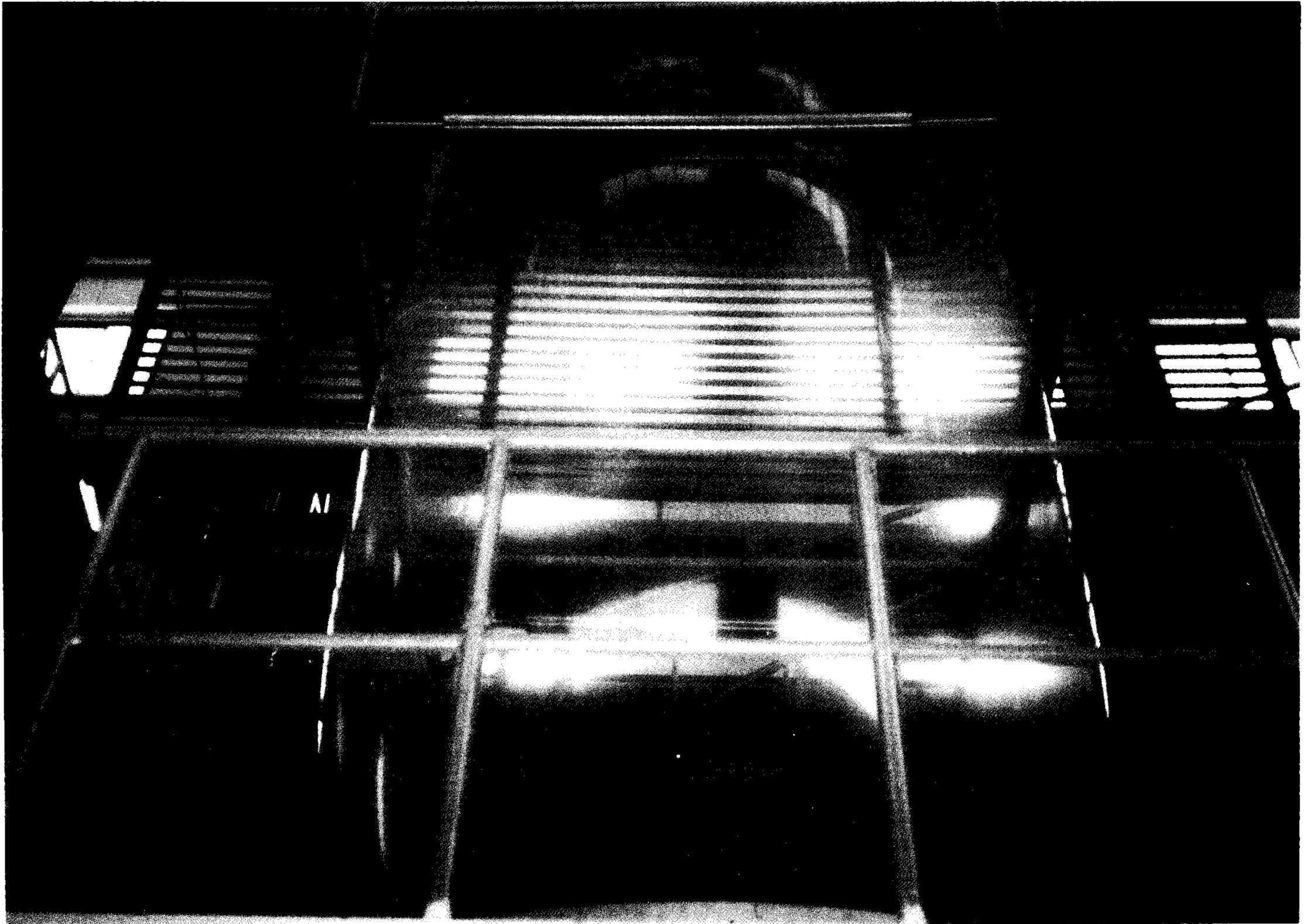
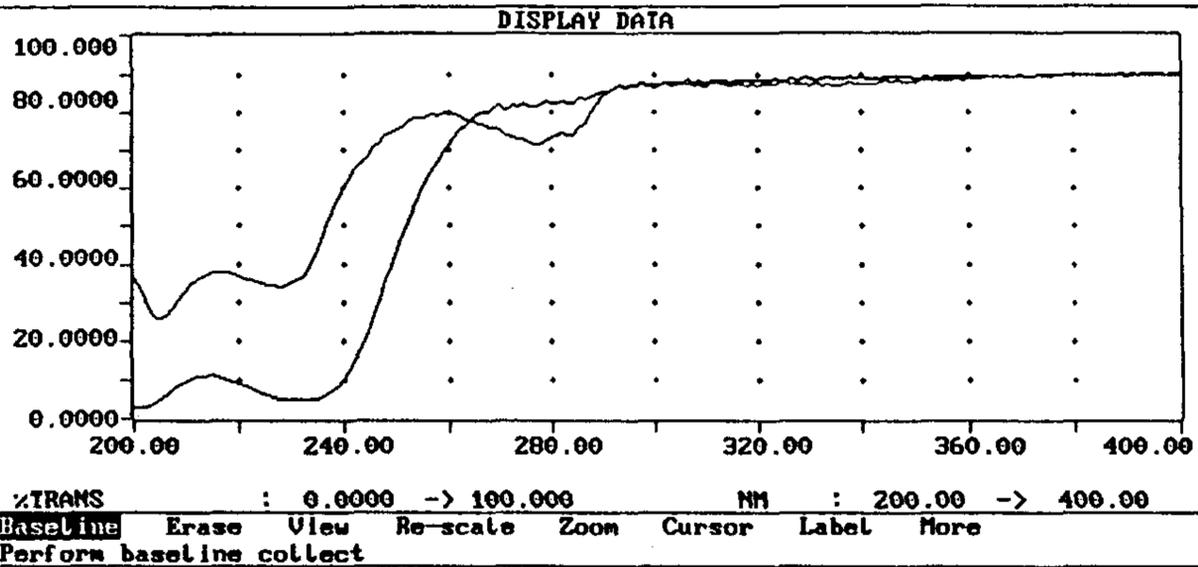
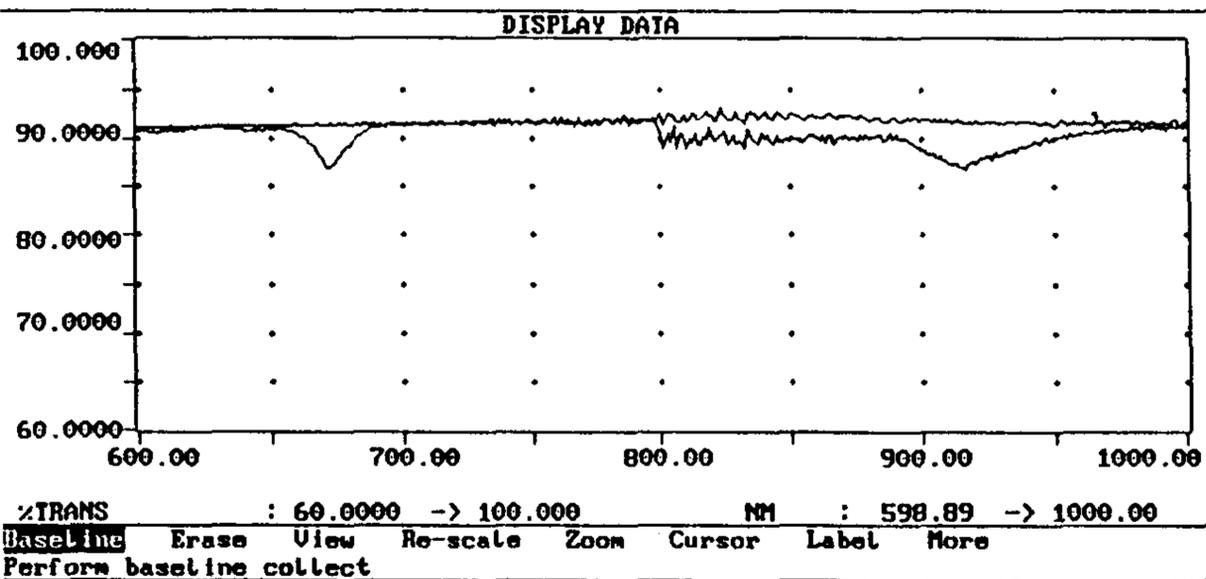


그림 3.2.1. 광주원에협동조합의 필름 제조 장면

90.90176 Method Name 30 May 1995 2000.000
 Energy 1 SBW 20.00
 %TRANS Baseline ON Page 3 NM



90.93724 Method Name 30 May 1995 2000.000
 Energy 1 SBW 20.00
 %TRANS Baseline ON Page 3 NM



91.42513 Method Name 30 May 1995 2000.000
 Energy 1 SBW 20.00
 %TRANS Baseline ON Page 3 NM

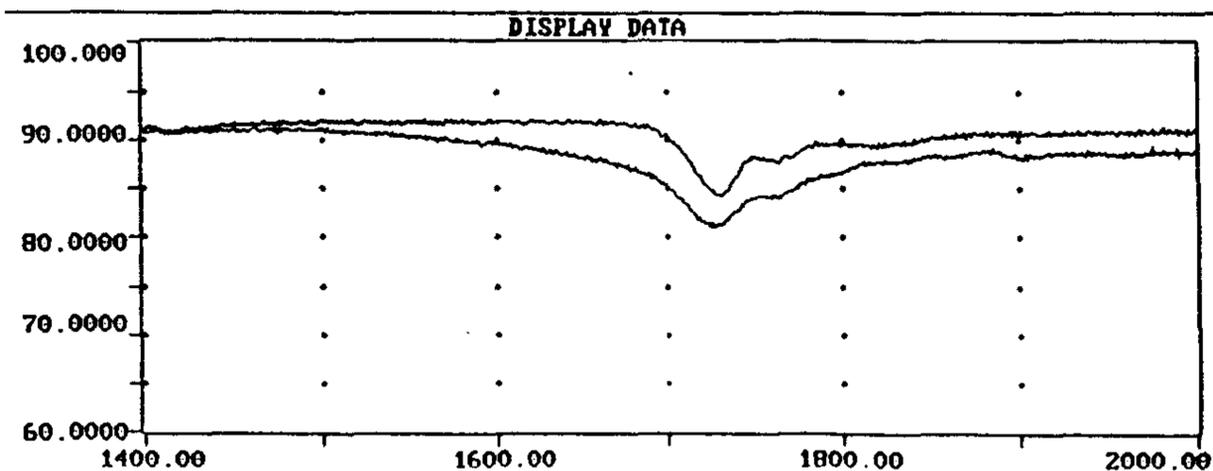


그림 3.3.1. 자외선-가시광선-적외선 영역에서의 광 투과도 측정결과

시아닌 색소 생성에 관계하며 엽면적의 축소, 잎과 줄기 세포구조의 변화를 가져온다. 따라서 자외선이 제거된 필름 내에서는 가지와 같은 작물은 안토시아닌 색소가 발현이 안되기 쉬우며 그럴 경우 상품성이 떨어지고 카네이션, 장미, 프리블러등은 색깔의 발현이 저해된다. 그러나 일본에서의 자료에 의하면 390nm 이하의 자외선을 차단하면 오히려 생육이 촉진된다는 보고가 있다. 자외선은 광합성과 직접 관계가 있는 광선은 아니나 자외선의 광량이 줄어들면 지베렐린과 같은 생장호르몬이 활성화되어 생육이 촉진되면서 수량도 증가하는 것으로 보고되고 있다. 참고로 가시광선은 380~760nm의 파장대이며 이중 400~700nm의 파장대가 광합성에 유효한 부분이고 700~760nm의 파장대는 발아와 화아 분화등의 형태 형성을 촉진한다. 760nm이상의 파장대는 적외선, 또는 열선이라 불리는 부분으로서 전 일사 에너지의 약 반을 차지한다.

해충들의 경우에는 자외선이 없는 환경이 불쾌한 환경이 되어 해충의 활동이 극단적으로 둔화되어 진딧물, 응애등 일부 해충의 번짐을 어느 정도 막을 수 있고 균핵병, 회색 곰팡이 병균의 포자 형성을 억제, 병발생을 감소시키는 효과도 있다. 일본에서의 자료에 의하면 자외선을 차단하는 기능이 있는 필름을 사용하면 하우스내에서의 농약 사용량이 반 내지는 1/3이하로 줄어든다는 보고가 있다.

딸기, 호박 등을 하우스 재배할 때는 자외선 차단이 오히려 수분 촉진에 필요한 벌의 활동에 영향을 준다. 그 이유는 자외선 파장대인 340nm전후의 빛이 차단되면 벌이 어둡게 느끼므로 활동이 약화되는 것으로 알려져 있으나 이 보다는 자외선이 없는 환경이 벌에게는 매우 불쾌한 환경이어서 활동이 둔화되는 것으로 생각할 수도 있다. 어찌 되었던 간에 벌에 의한 수

분 축진이 달성되지 않을 수도 있다.

내후성 시험은 최소한 40일 이상이 소요되므로 현재 광주 원협외의 내후성 시험장치를 활용할 계획으로 있으며 아직 착수하지 않은 상태이다. 2차년도에는 제조된 필름을 가지고 노출 시험을 시행할 예정이다.

제 4 절 PE film의 사용 효과

제조된 필름의 작물 생육 촉진 효과를 검증하기 위해서는 실지 실험이 필수적이다. 이 실험을 수행하면서 현장실험을 위하여 수원 근방의 경기도 농촌진흥원과 천안의 상명대학교등을 접촉하였으나 절차상의 문제와 인력문제, 그리고 예산 부족으로 인하여 난관에 봉착하였다. 참고로 비닐하우스 1개동을 짓는데 소요되는 비용이 최소한 500 내지는 600만원이며 작물재배 및 재배 과정중의 온습도, 토양 조건등에 대한 분석 기록, 그리고 최종적으로 생산된 제품의 양분 분석등을 하려면 상당한 예산이 소요되나 본 연구과제의 총연구비는 4,100만원이었고 이중 실제 사용 가능한 연구비는 2,100만원으로서 참여 기업의 적극적인 협조가 없었으면 수행이 불가능한 상태였었다. 그러나 다행히도 참여기업에서 비닐하우스 건립비용을 안성의 농협세계화 농민 지도자연수원에 기증하여 현장실험이 가능하게 되었다. 현재 비닐하우스를 짓고 있으며 광주원협에서 광폭(10m)의 비닐을 제조하는 즉시로 본격적인 실험에 들어갈 예정이다. 현재는 우선 시험생산된 tunnel용 필름을 이용하여 터널을 제작하여 부추등의 작물에 대해 시험 재배할 계획으로 되어 있다.

위와 같은 내용의 실지 재배실험 결과는 2차년도에 주로 얻어질 것으로 예상된다. 농업용 목적으로 사용할 경우의 작물재배 효과실험과 직접적으

로 관련된 실험 결과는 아니나 본 연구과제에서 활용된 기술의 실제 사용효과를 다음에 요약하였다. 이렇게 이를 정리한 이유는 본 연구에서 활용된 기술이 실제로 효과가 있는 것이며 그 효과도 기존의 기술로 얻지 못하였던 수준으로서 매우 뛰어난 것이고 효능면에서 뿐만 아니라 투명도등과 같은 다른 필름 특성에서도 우수한 것으로 판명되었음을 밝히기 위한 것이다.

우선 본 연구과제에서 목표하고 있는 기능과 비슷한 식품의 신선도 유지 기능을 갖는 포장재에 대한 실험 결과를 정리 하였다. 지금까지 신선도 유지 기능이 있는 필름을 제조하는데 있어서 채택되어온 기본 개념은 에틸렌 가스의 흡착 내지는 배출을 촉진시킨다는 것으로서 식물이 스트레스를 받거나 부적절한 환경이 되면 노화를 촉진하는 에틸렌 가스를 분출하고 이것이 있음으로 해서 부패가 촉진된다는 사실에 기초를 둔 것이다. 따라서 에틸렌 가스를 포장재의 내부 표면에 흡착시키거나 이를 조속히 밖으로 배출시키면 식품은 에틸렌 가스가 방출되었다는 것을 감지하지 못하게 되므로 에틸렌 가스에 의한 노화의 촉진 및 부패가 지연될 것이라는 점에 착안하여 이러한 기능을 갖는 필름이 개발되었다. 그러나 이러한 방식은 일시적인 미봉책에 불과한 기술로서 그 이유는 식물이 에틸렌 가스를 방출하는 것은 자신을 보호하기 위하여 일종의 신호로서 방사하는 것인데 이미 이것이 방출 되었다면 식물은 벌써 스트레스를 받고 있는 것이다. 따라서 에틸렌 가스를 제거한다고 하더라도 얼마 지나지 않아 식품이나 식물은 부패하기 시작하는 것이다.

그러나 본 연구과제에서 사용된 기술은 위와 같은 개념이 아니라 식품에 대하여 스트레스를 받지 않는 환경을 제공하여 선도가 오래 유지 되도록 하는 것이다. 다시 말한다면 원천적으로 에틸렌 가스를 방출하지 않게 만드

는 것이다. 이러한 필름의 제조 과정은 본 연구에서 사용된 하우스용 PE 필름의 제조 과정과 동일하다. 다만 하나는 생육촉진 기능이 들어가 있고 다른 하나는 선도 유지 기능이 들어 있다는 점이 다를 뿐인 것이다. 이러한 기능이 들어 있는 PE film을 사용하여 도미와 토마토를 대상으로 선도 유지 기능이 기존의 제품과 어떻게 차이가 있는지를 알고자 일본의 원적외선 협회에 의뢰하여 NMR로 측정된 결과 표 3.4.1과 같은 결과가 얻어졌으며 그림 3.4.1.은 실제 얻어진 그래프들이다.

도미의 경우 생선의 비린내 성분인 trimethylamine과 부패되면서 생성되는 acetic acid 성분이 일반 필름으로 포장된 것에 비하여 적은 것을 알 수 있으며 다른 성분들이 증가한 것은 숙성이 촉진되었음을 의미하는 것으로 생선의 맛이 더 좋을 것이라는 분석 결과가 얻어졌다. 토마토의 경우에는 도미와 마찬가지로 필름으로 싸서 냉장고에 7일동안 보관 후 분석한 것으로서 성분상의 차이가 두드러지게 나타나지는 않았으나 ethanol의 함량이 control에 비해 1/4 밖에 안되므로 장기 보존시 그 효과가 커질것으로 예측된다. 이로 부터 선도 유지 기능에 있어서 현저한 차이가 있다는 것을 확인할 수 있으며 특히 이용기의 제조에 있어서 지금까지 통상적으로 쓰여온 방식인 세라믹이 일체 첨가되지 않았다는 점에 주목할 필요가 있다.

표 3.4.1. NMR을 이용하여 측정한 PE 필름의 선도유지 비교실험 결과

(a) 도 미

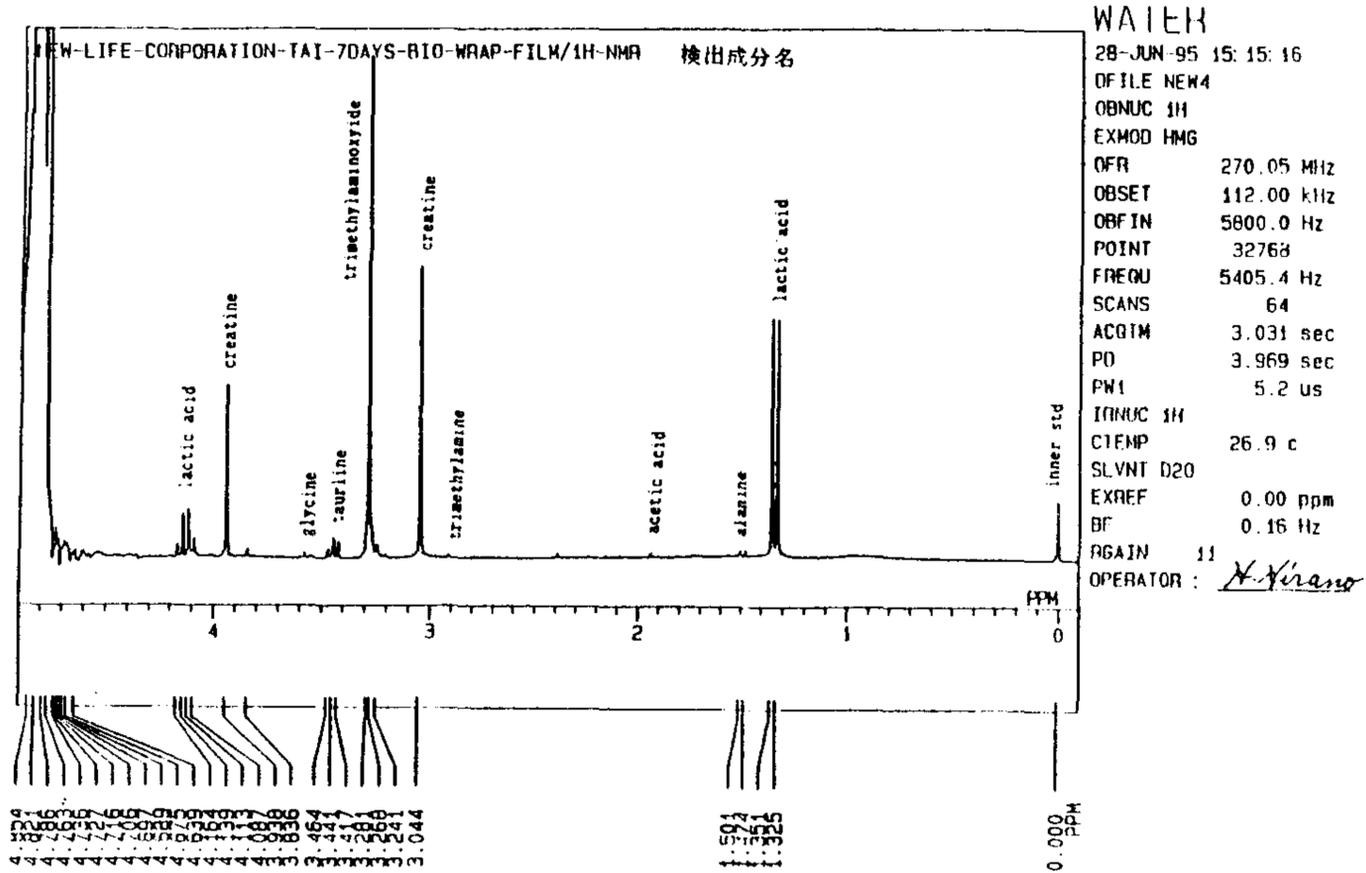
(Unit : $\mu\text{g/g}$)

Component	Bio Wrap	Control
lactic acid	61.3	48.3
acetic acid	0.5	1.0
alanine	1.4	1.0
glycine	1.0	0.9
taurine	7.9	7.8
creatine	37.5	34.5
trimethylanine	0.1	0.5
trimethylaminoxide	21.6	19.9

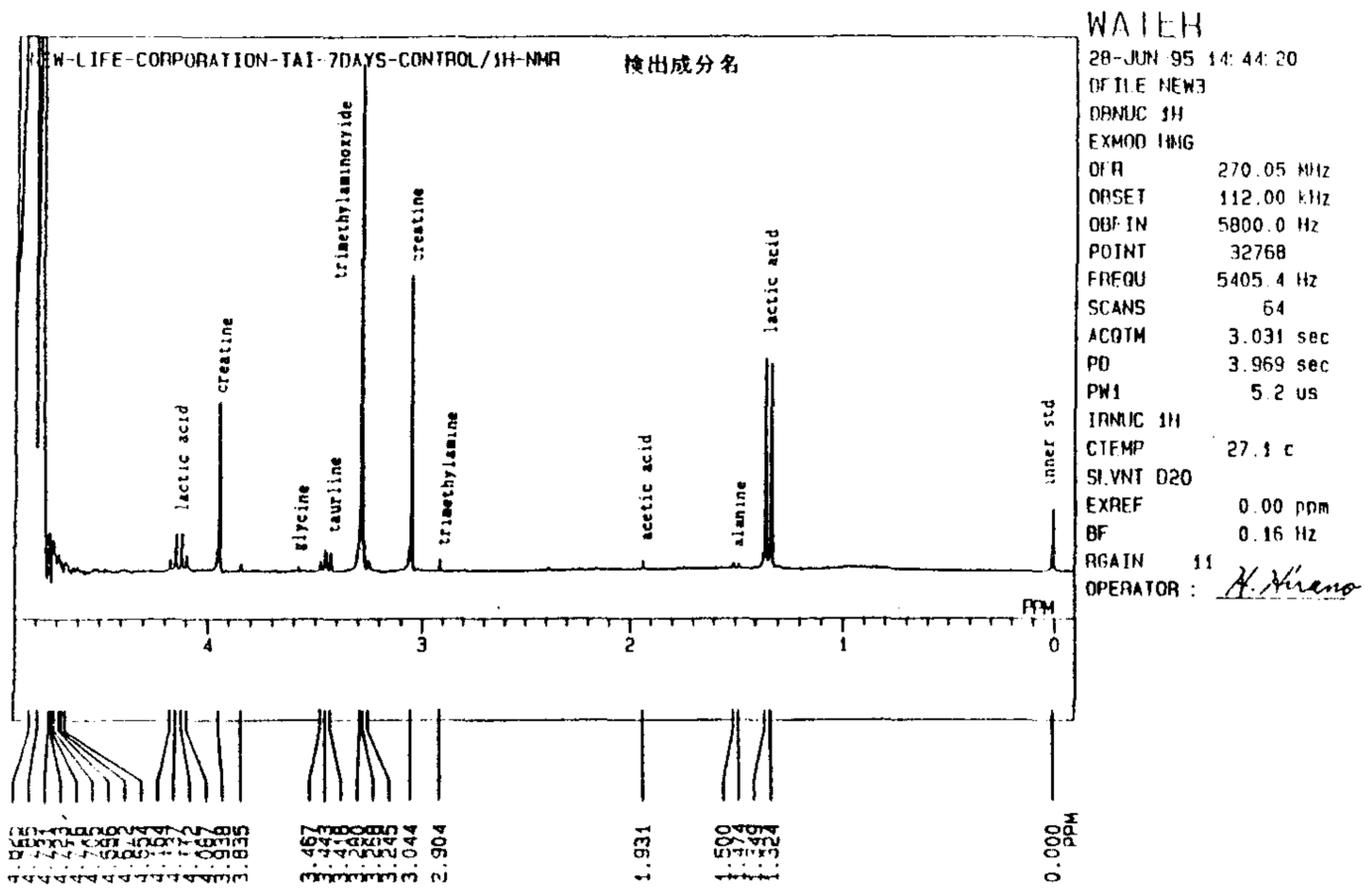
(b) 토마토

(Unit : $\mu\text{g/g}$)

Component	Bio Wrap	Control
ethanol	0.1	0.4
alanine	0.9	1.0
alginine	5.2	5.7
gultamic acid	8.5	9.1
citric acid	16.0	15.0
glucose	5.4	5.3

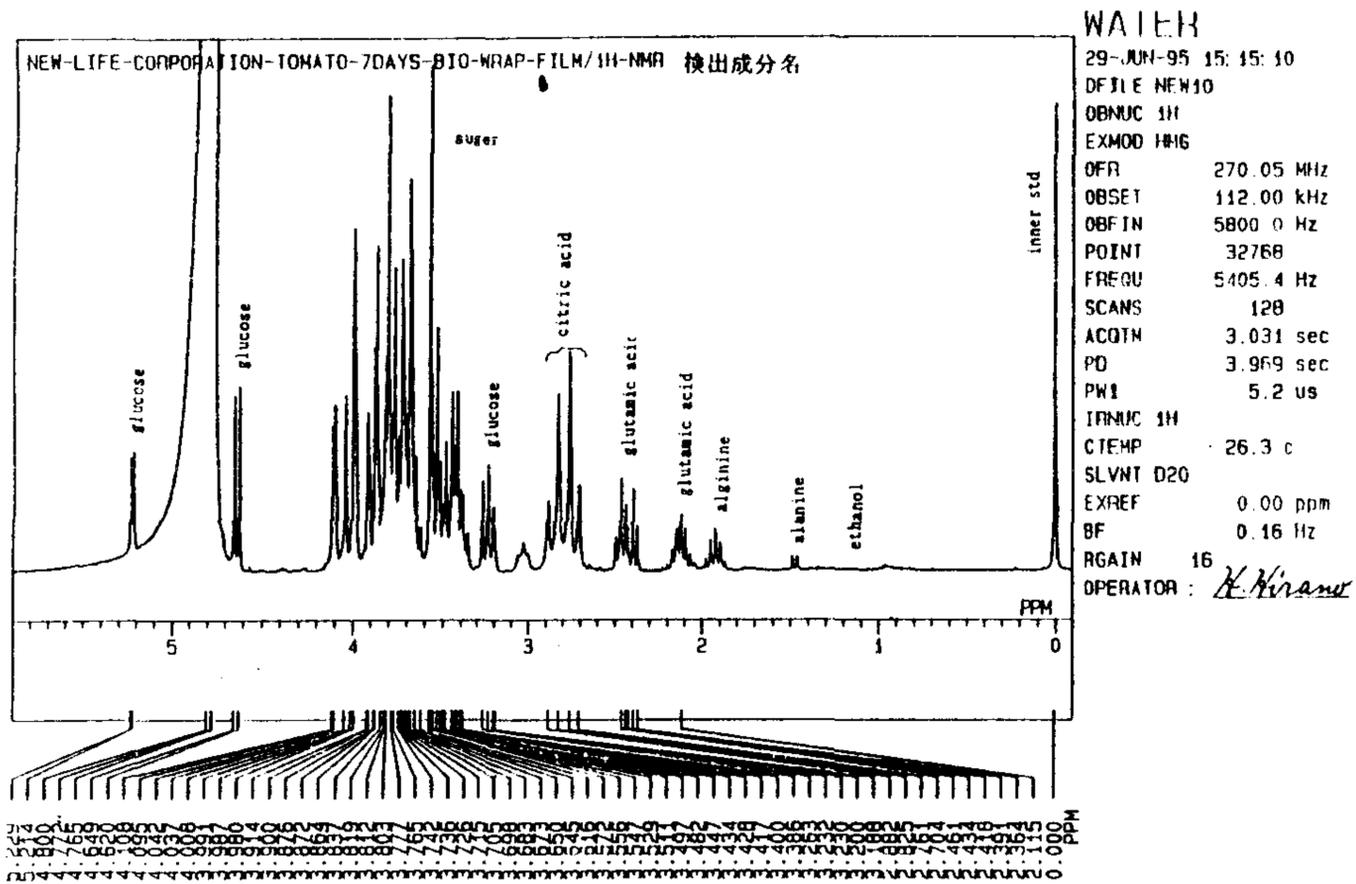


(a) 도미, 7일 냉장보관후 분석 (선도유지 기능성 필름)

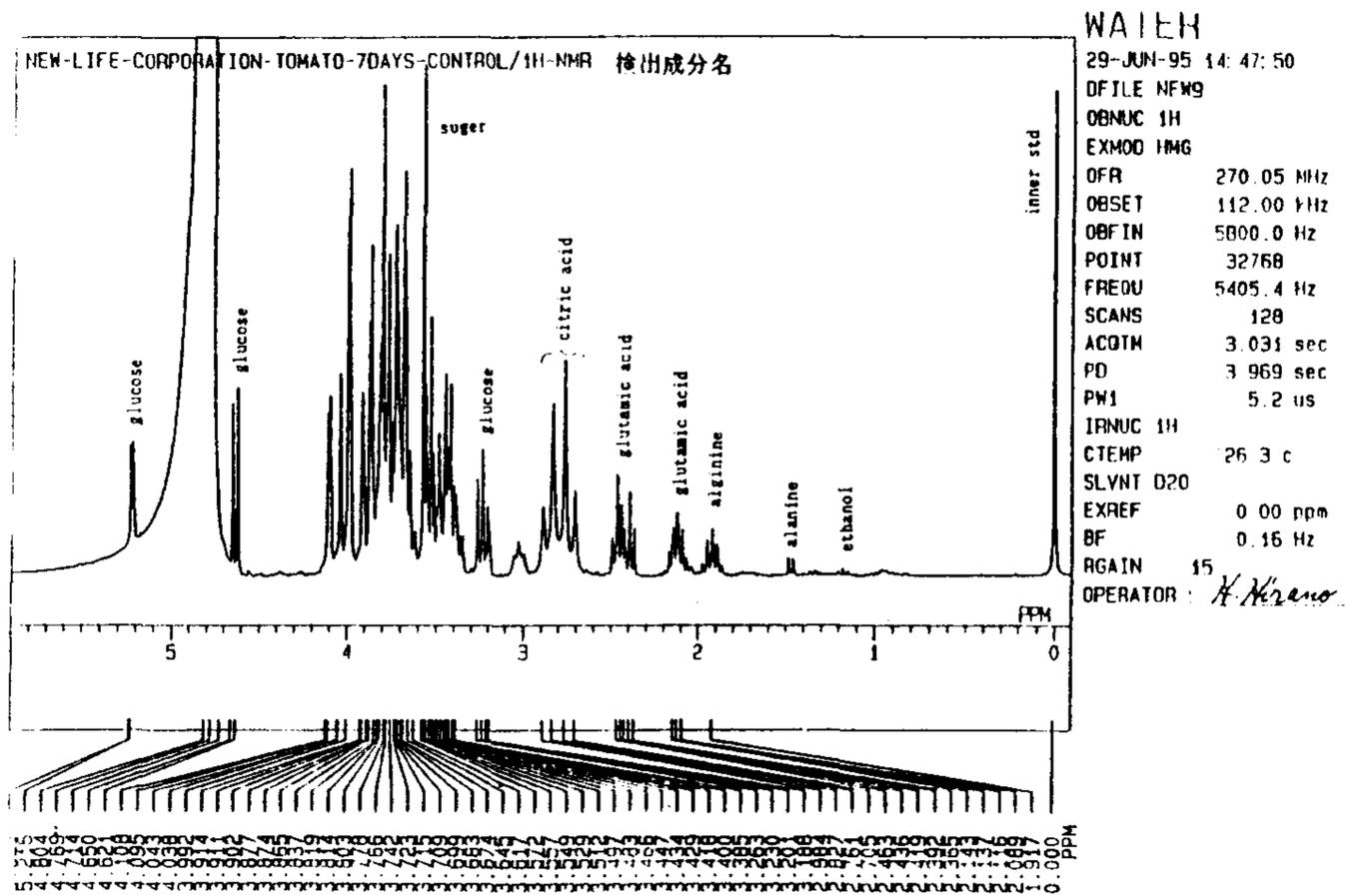


(b) 도미, 7일 냉장보관후 분석 (일반필름)

그림 3.4.1. NMR을 이용하여 측정된 PE 필름의 선도유지 비교실험 결과



(c) 토마토, 7일 냉장보관후 분석 (선도유지 기능성 필름)



(d) 토마토, 7일 냉장보관후 분석 (일반필름)

그림 3.4.1. NMR을 이용하여 측정된 PE film의 선도유지 비교실험 결과

이 용기로 식품 보존 실험을 수행한 결과 김치에 대해서는 표 3.4.2 및 그림 3.4.2와 같은 결과가 얻어졌으며 이는 육안으로도 그 차이를 확실히 알 수 있다. 표 3.4.3 및 그림 3.4.3이하의 결과들은 모두 선도 유지 기능성필름을 이용하여 실험한 결과 얻어진 것들로서 모두 기존제품을 이용한 대조구 보다 우수한 것을 알 수 있다. 실험 결과가 식품마다의 호흡 특성이나 처음 포장할때의 상태에 따라서 영향을 받으나 위와 같은 실험 결과들은 기존의 어느 이론으로도 현재로서는 해석이 불가능하다. 오직 설명이 가능한 해석은 식품 자체로 부터의 에틸렌 가스 발생량이 현저하게 감소된다는 점이며 이것은 식품의 본질적인 원래의 상태가 유지된다는 것을 뜻한다. 이것이 어떻게 해서 유지되는가하는 것은 포장재로 부터 방사되는 정보에 의해, 혹은 포장재로 부터 방사되는 에너지장에 의해 선도가 유지되고 있다고 밖에는 설명할 길이 없다.

표 3.4.2. 김치 보존 실험 결과

	일 반 용 기	선도유지 기능성 용기
5일째	시어지는 속도가 빠름	시어짐이 서서히 진행됨
10일째	7일째 흰 곰팡이 발생 (상부표면에 나타남)	흰곰팡이 발생없고 조직감이 살아있음
15일째	흰곰팡이 발생범위가 확산되고 김치의 조직이 물러짐 (식품의 가치 상실)	흰곰팡이 발생없고 신맛 증가
20일째	흰곰팡이가 더욱 확산됨. (김치 조직의 물러짐이 심해짐)	15일째와 별차이 없음
35일째	흰곰팡이가 많고 악취가 심함	조직이 약간 물러지기 시작함

실험시기 1995. 5. 11~6. 24, 온도 상온 16℃에서 32℃



(a) 일반용기 35일 후

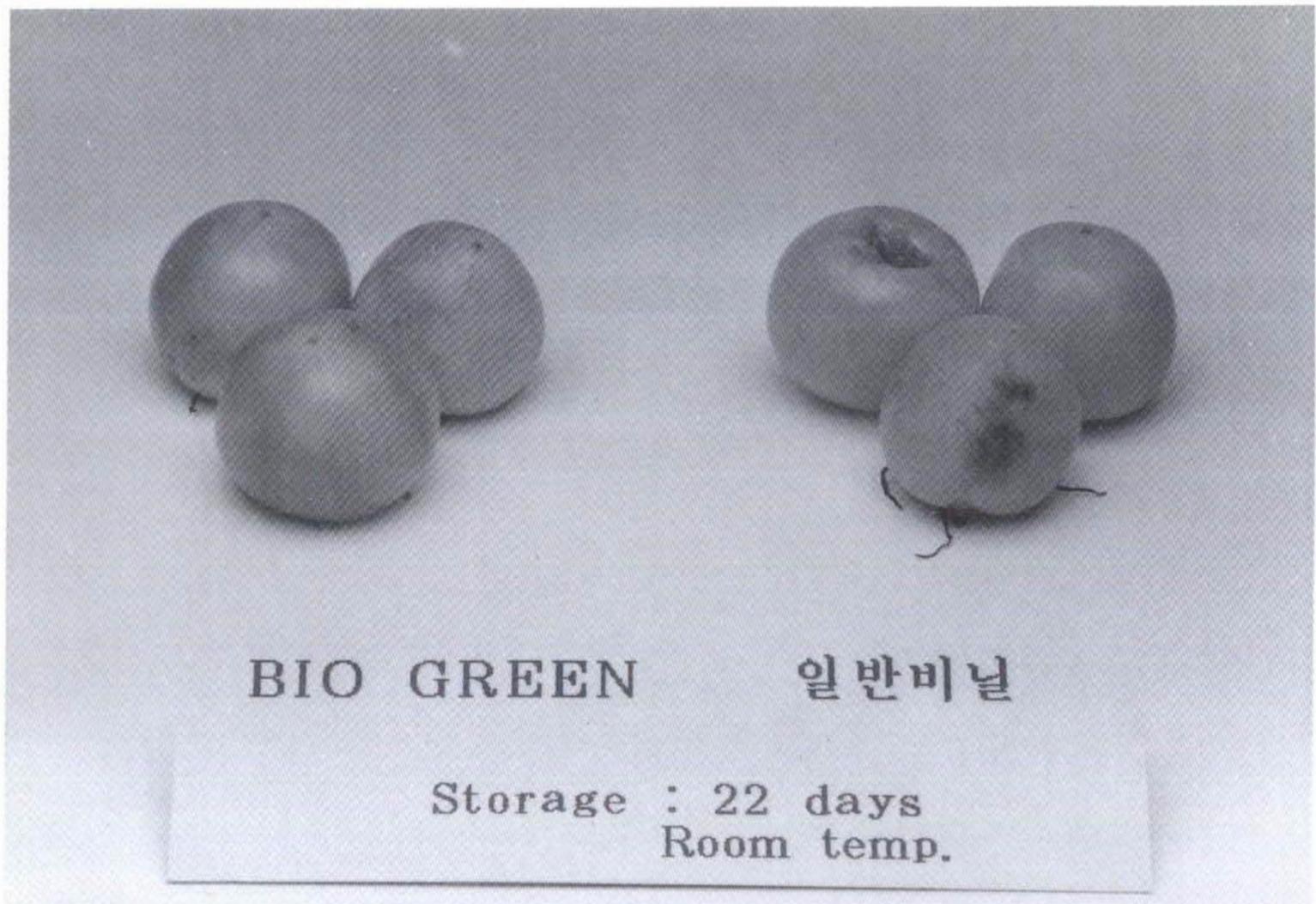


(b) 선도유지 기능성 용기 35일 후

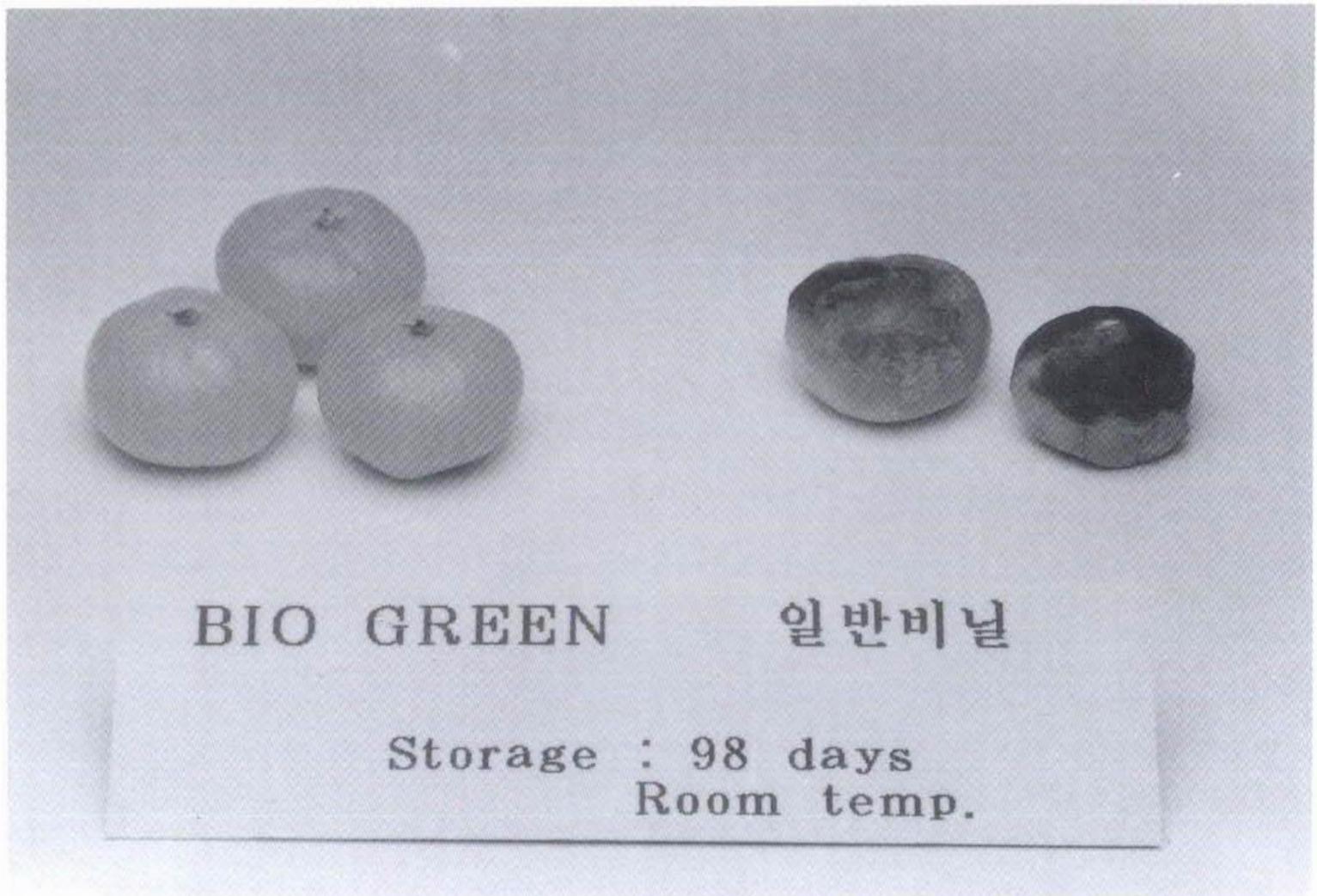
그림 3.4.2. 선도 유지 기능성 식품용기로 김치 보존특성을 실험한 결과

표 3.4.3. 선도 유지 기능성 PE 필름의 식품 선도유지 효과

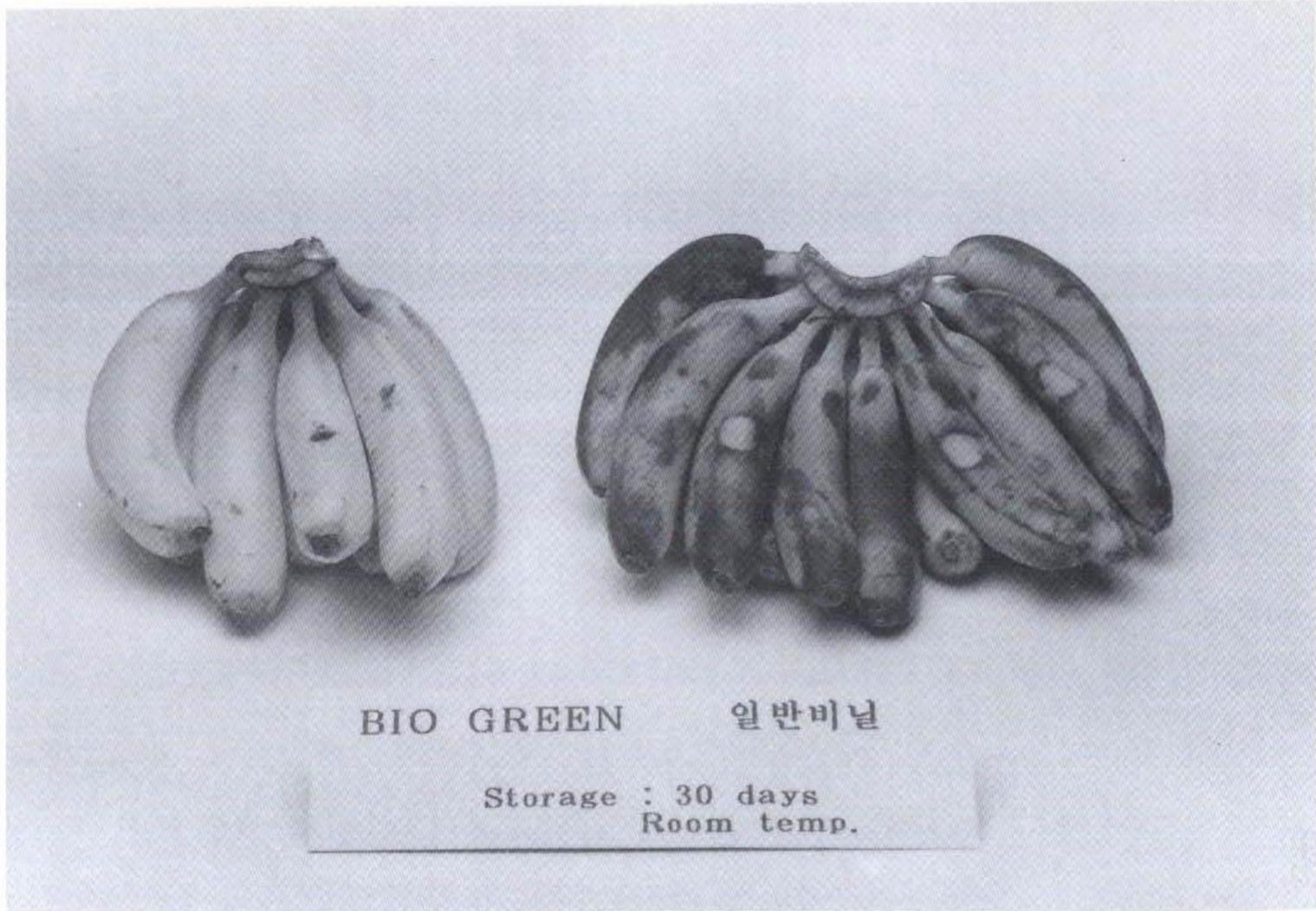
	일 반 필 림	선도유지 기능성 필름
호 박	7일 후 싱싱함 9일 표면 일부 황변 12일 황변 진행	7일 후 싱싱함 9일 싱싱함 12일 싱싱함 유지
바 나 나	5일 물렁거림, 표면 흑변 7일 흑변 심함 9일 완전 부패	5일 싱싱함 7일 표면 일부 흑변 9일 부분 부패
Tomato	2일 숙성 월등히 진행 6일 주홍 빛 완숙 9일 숙 유지	2일 불 변 6일 아주 약한 숙성 9일 약한 숙성
사 과 (제 피)	제피 후 갈변 발생 5일 부분 부패 시작 7일 부패 ~20% 9일 ~40% 12일 ~80% 14일 완전부패	제피 후 갈변 발생 5일 7일 부분부패 시작 9일 부패 ~10% 12일 ~30% 14일 ~50%
감 자 (제 피)	7일 곰팡이 4-5 col. 9일 ~30% 12일 ~60% 14일 ~80%	7일 불 변 9일 " 12일 " 14일 "



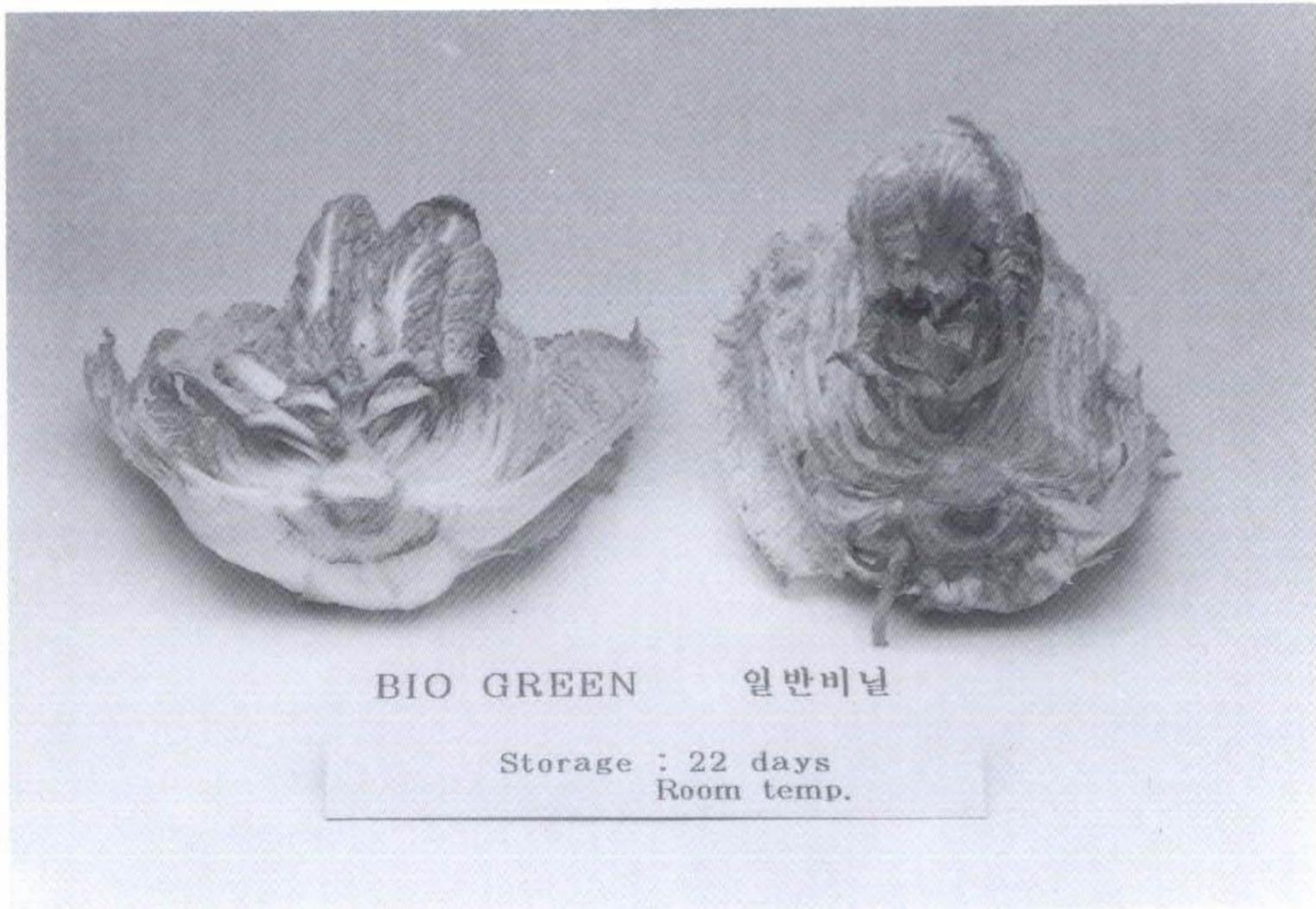
(a) 토마토



(b) 감 瓠



(c) 바나나



(d) 배 추

그림 3.4.3. 선도 유지 기능성 필름을 이용하여 실험한 결과

같은 방식으로 제조된 용기에 물을 담아두고 시간이 흐름에 따라 물의 pH가 어떻게 변하는가를 측정한 결과 다음의 그림 3.4.4와 같은 결과를 얻었다. 이 실험 결과는 식품개발연구소에서 얻어진 결과인데 어떠한 연유에 서인지는 알 수 없으나 물의 pH가 시간이 지남에 따라 계속 상승하는 것을 알 수 있다. 이것은 물의 알칼리화가 진행된다는 것을 의미하는 것으로서 보통의 물을 상온에서 보관하여 두면 공기중의 CO₂가 물에 녹아들면서 물과 결합하여 H₂CO₃의 형태가 되면서 전리하여 H⁺와 HCO₃⁻가 되고 이로 인해 물의 pH가 산성으로 치우치게 된다. 따라서 물의 온도가 상승하여 물에 녹아 있는 탄산가스가 줄어들면 pH는 자연히 상승하게 될 것이다. 이 결과에 대한 해석에 있어서는 몇가지 비교 실험이 추가로 수행되어야 할 것이다.

제 4 장 연구결과 및 활용에 대한 논의

(주)경원엔터프라이즈에서 개발한 기술에 대해서 주목할 필요가 있는 내용은 지금까지 새로운 물질이나 소재의 개발이 물질의 첨가나 화학 조성의 조절 내지는 미세조직의 제어를 통하여 이루어져 왔는데 물을 이용한 제품의 제조 기술은 이러한 물질론적인 사고방식과는 전혀 다른 새로운 개념의 기술이라는 점이다. 즉 bio catalyst라는 촉매를 이용하여 원하는 기능에 대한 정보를 물에 각인한 다음에 이 물을 매개체로 하여 소재에 기능정보를 전사해서 소재가 원하는 기능을 발휘하도록 하는 것이 기술의 요체이다. 물이 정보를 기억한다는 실험결과는 최근들어 보고되기 시작하고 있으나 이를 이용하여 소재에 기능 정보를 각인시키는 기술은 아직까지 세계 어디에서도 개발된 바 없는 신기술로서 화학성분의 제어를 통해 소재를 제조하는 기술의 한계를 극복할 수 있는 가능성을 보여주는 기술이다. 이 신기술을 이용한 소재 제조 공정을 이름 붙인다면 기능정보각인 공정이라 할 수 있고 이 기술로 만들어진 소재는 기능정보각인 신소재라고 이름 붙일 수 있을 것이다.

본 연구에서 물의 특성변화를 다각적으로 측정할 이유중의 하나는 물의 특성 가운데 어느것이 물의 에너지 처리에 민감하게 변하는지를 알고자 하는 것도 포함되어 있다. 이를 이용하여 물의 에너지 처리 기술을 보다 고도화하는 것이 가능하기 때문이다. 앞의 연구 결과들로 부터 볼 때 어느 한가지 방법만으로 물의 특성 변화를 감지하기는 어려운 것으로 판단되며 문헌에 보고된 것과는 달리 측정결과가 상당히 넓은 범위에 걸쳐 변하는 것도 있다. 따라서 물의 특성 변화를 감지하는데 어떤 방법이 가장 좋은가에 대해서, 그리고 선택된 방법에 대해서는 감을 잡기 위한 데이터의 축적을 위해 장시간에 걸친 여러번의 반복 측정이 필요하다. 특히 각인된 정보를 직접 측정할 수 있는

기술에 대한 연구개발이 필요하다.

본 연구를 수행하는데 쓰인 PE film도 지금까지의 물질적 재료공학에 기초를 두고 연구개발된 것이 아니라 에너지장의 제어라고 하는 새로운 개념에 바탕을 두고 개발된 것이기 때문에 그 실험결과가 매우 주목된다. 현재 포장재로서 활용한 실험결과를 보면 매우 고무적이기 때문에 2차 년도에 수행될 작물재배 실험에서도 좋은 결과가 얻어질 것으로 예상하고 있다. 이 실험의 밑바탕이 되는 원리, 즉 에너지장의 제어와 활용이라는 개념은 학계의 기존 이론으로는 받아들이기가 매우 어려운 상황이다. 대청호에 담겨 있는 물에 영지천 한방울을 떨어 뜨리고서 그 물을 떠다가 먹었더니 영지천 먹은것과 같은 효과를 거두었다고 하면 누가 믿겠는가? 그러나 이러한 연구결과가 꾸준히 발표되고 있으며 본 연구의 예비 실험에서도 좋은 결과가 나왔기 때문에 그 가능성은 매우 높다. 따라서 본 연구 책임자로서도 실험 결과가 매우 궁금하며 그에 대한 기대 또한 높은 것이 사실이다. 그러나 본 보고서를 작성하는 시점이 연구를 시작한지 9개월에 불과한 상태이고 따라서 연구결과도 본 연구 과정에서 채택되어 활용하고 있는 원리를 뒷받침할 수 있는 정도로 충분히 확보되지 않았기 때문에 연구결과에 대한 공개발표는 2차년도에 할 예정이다.

2차년도에는 새로이 제조된 필름을 이용하여 큰 규모의 하우스를 지어서 시설재배 작물을 대상으로 시험재배에 들어갈 예정이다. 본 연구과제가 2년으로 끝나기 때문에 2차 년도에는 최종적으로 작물생장 조건 및 특성이 다른 다섯종류정도의 작물을 대상으로 시험재배를 수행하며 가능하면 제주도의 감귤에까지 확대 적용하여 볼 계획이다. 또한 연구기간중에 겨울이 끼어 있으므로 다양한 실험을 할 수 있을 것으로 예측하고 있다. 재배실험도 1차에 끝내지 않고 2번 내지는 3번 정도 반복할 계획이다.

본 연구과제가 2개년으로 계획되어 있기 때문에 2차년도의 연구결과가 곧 최종 연구결과가 되는 셈이나 본 연구에서는 최종적으로 농협중앙회와 연구결과에 대한 검토 및 분석을 통하여 국내 농가에 새로이 개발된 하우스용 필름을 공급하는 방안을 적극 검토할 예정이다.

여 백

제3주제

생육촉진 기능성 신소재의 연구개발 동향

방 건 응/한국표준과학연구원
신소재특성평가센터

초 록

식물의 생육 촉진 기능성 신소재 가운데서 대표적인 것은 원적외선 세라믹이라고 할 수 있다. 원적외선 세라믹에 의한 생육 촉진 기능 시험은 여러가지로 수행되었으며 그 효과는 다양한 실험 결과에 의해 입증되고 있다.

그러나 원적외선 세라믹 자체가 무기분말이어서 활용하는데 어려움이 있고 생육 촉진 효과가 있긴 있으나 비싼 가격에 비해 만족스럽지 못하다는 경우가 많아서 널리 활용되고 있지 못한 형편이다. 최근 들어서는 기능성 신소재뿐만 아니라 음막을 들려준다는 등과 같은 다양한 방법으로 식물의 생육을 촉진 시키는 기술이 연구 개발되고 있다.

이러한 기술들의 공통점 가운데 하나는 파동을 응용한다는 점인데 이 기술을 소재에 접목시켜 생육 촉진 기능을 발휘할 수 있는 신소재도 연구 개발되었다.

이 논문에서는 파동에 의해 생육이 촉진되는 현상을 설명하기 위해 정보 에너지파를 전제로 새로운 가설을 제시하였고 이를 바탕으로 생육 촉진 기능, 혹은 기타 필요한 기능을 원하는대로 소재에 부여하여 기능을 발휘할 수 있도록하는

신소재의 제조 가능성을 설명하였으며 이를 기능 정보각인 신소재라 이름하였다.

1. 머릿말

최근들어 건강에 대한 관심들이 부쩍 늘어 나면서 바이오라는 이름이 붙는 건강 보조 제품들이 많이 출시되고 있다. 예를 들어 바이오 TV라던가 음이온 TV등을 들 수 있으며 냉장고에서도 자화 6각수 기능등이 붙은 제품도 등장하고 있다. 기타 건강보조기구에서도 바이오 운운하는 제품들이 수를 헤아릴 수 없을 정도로 많다. 이들 제품들의 대부분은 원적외선을 방사하는 무기질 세라믹을 응용한 것이며 그 효능은 주로 원적외선 방사율을 기준으로 판단되고 있다.

원적외선 세라믹에 의해 나타나는 여러가지 효과들을 보면 대부분 그 내용이 비슷하며 생리활동의 증진이라는 말로 요약될 수 있다. 그러나 원적외선 세라믹이 그렇게 많이 이야기 되고 있고 그 효과도 실험적으로 많이 증명되었지만 어떻게 원적외선 세라믹이 생리 활성화 효과를 발휘하는가는 아직까지도 불분명하다. 원적외선이 피부 깊숙이 침투한다고 알려져 있으나 실험적으로 보면 원적외선은 피부 깊숙이 침투하지 못하

며 대부분 표피층에서 흡수되고 만다. 따라서 현재의 상황은 아스피린이 왜 두통에 잘 듣는지 모르면서도 널리 쓰고 있는 것과 같은 상태라고 볼 수 있다.

원적외선 세라믹의 효과를 설명하는 이론들 가운데 설득력있는 것중의 하나는 모든 생체체가 생체 에너지를 가지고 있으며 원적외선 세라믹에서 나오는 원적외선이 이 생체 에너지를 증강시키는 역할을 한다는 이론이다. 이 이론이 실험적으로 뒷받침 되려면 과연 정말 생체에너지라는 것이 존재하는지, 존재한다면 이것은 어떤 종류의 에너지인지등이 연구되어야 할 것이다.

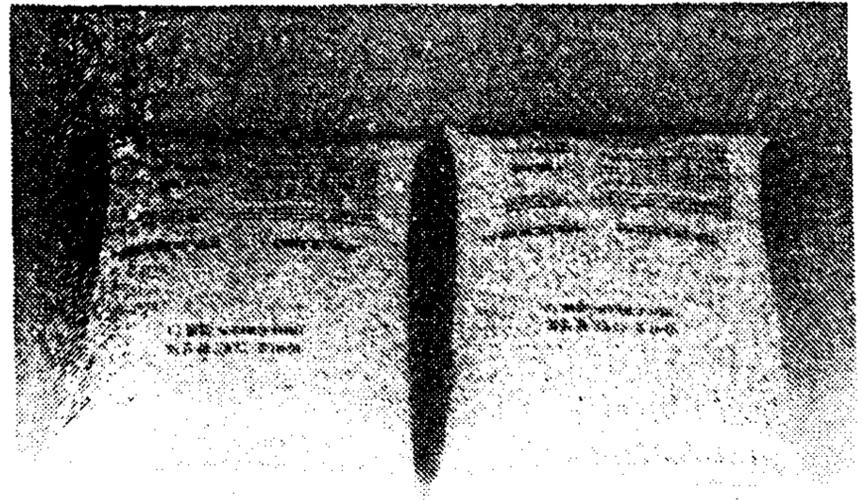
생체 에너지라는 것이 있다는 내용은 실험적으로 밝혀진 것이라기 보다는 생체에너지를 감지할 수 있는 능력이 있는 사람들에 의해 그 존재가 알려졌다고 보는것이 타당하다. 그러나 원적외선과 생체 에너지의 관계는 아직까지도 불분명하다. 더 나아가 정말 원적외선이 그러한 효과를 가져오는 것인가? 아니면 제3의 다른 에너지파가 영향을 미치는 것은 아닌가? 등의 질문이 제기될 수 있다.

최근에는 원적외선 세라믹 뿐만 아니라 물 자체만으로도 처리 방법에 따라서는 생육 촉진 효과가 있는 것으로 보고되고 있어 이러한 현상들을 종합적으로 이해하고자하는 시도가 이루어지고 있다. 그 가운데 하나가 만물에는 고유의 파동이 있으며 이 파동이 생체 에너지에 영향을 미쳐서 생리 활성화 효과를 가져온다고 보는 것이다. 이것은 일본에서 제기되고 있는 것으로서 생체와 생체에너지의 관계가 서로 가역적이어서 생체체의 건강상태에 따라 생체 에너지의 상태가 바뀔 뿐만 아니라 거꾸로 생체에너지에 영향을 주어도 건강상태가 바뀔 수 있다고 보는 것이 그 관점이다.

위와 같은 설명은 과연 타당한 것인가? 우주 만물은 궁극적으로 에너지라고 볼 수 있는데 생체에너지는 또 무엇인가? 등등의 질문이 제기되지 않을 수 없다. 본 논문에서는 원적외선 세라믹부터 시작하여 새로운 개념의 생체에너지에 대한 설명, 그리고 이를 바탕으로하여 개발된 생육

촉진 기능성 신소재의 특징등을 중심으로 살펴 보겠다.

2 원적외선 세라믹



▲ 산소의 에너지 파동을 일반식재에 각인 접목시켜 소성시킨 바이오그린 활성토 난뿌리 성장발육에 대단한 활력을 준다.

1930년대에 미국의 포드 자동차 회사에서 자동차의 외부를 도장처리한 뒤에 페인트가 빨리 건조 되도록 적외선 램프를 쓰기 시작한 것이 원적외선을 활용한 처음이라고 알려져 있다. 즉 원적외선은 처음 활용되기 시작한 것이 원적외선의 가열효과였던 것이다.

그러나 원적외선을 이용하여 빠른 시간안에 건조가 완료되도록하는 기술은 이웃 일본에서도 1960년대에야 보급되기 시작하였을 정도이며 오일쇼크에 의해 에너지 절약의 차원에서 활용도가 늘어난 것으로 알려져 있다. 이때 까지만 해도 원적외선에 생육촉진 기능이 있다는 것은 알려지지 않고 있었다.

그러다가 1970년대 들어 중국에서 기공사들의 치료능력을 중심으로 본격적으로 과학적인 연구를 시작하면서 이들이 환자를 치료할 때는 기공사들의 손이나 몸에서 전자파, 알파 입자, 자장 등등 외에 원적외선이 많이 방출된다는 것을 알게 되었다. 여기에 착안하여 원적외선을 인공적으로 만들어서 환자에게 조사하여도 치료효과를 볼 수 있지 않겠느냐하는 것이 검토 되었고 실제

로 치료를 하여본 결과 양호한 결과를 얻었다. 이것이 원적외선의 非熱효과를 발견하여 활용하기 시작한 처음인 것으로 추정된다.

이러한 연구결과가 알려지자 세라믹은 일반적으로 원적외선을 많이 방출하는 소재라는 것이 이미 알려져 있었기 때문에 이를 이용한다면 같은 효과를 얻을 것이라고 하여 1980년대 초기부터 일본에서 세라믹을 이용한 제품들이 선보이기 시작하였다.

원적외선 세라믹을 응용한 제품이 시장에 많이 등장하기 시작하면서 원적외선 세라믹의 효능에 대해 궁금해하는 사람들도 많이 늘어 나기 시작하였다. 초기의 반응을 한마디로 표현한다면 "그것 참 신기하다"는 것이었다. 그러나 원적외선 세라믹 제품의 효능에 대해 확신을 가지고 있는 사람들이 많이 있는 반면 아직도 반신반의하는 사람들도 많이 있으며 일부의 사람들은 아예 효능이 없다고 단정적으로 말하고 있다. 이렇게 사용자들의 반응이 다양한 이유에는 여러가지가 있으나 우선적으로 원적외선 세라믹이 어느 용도로 쓰이든 몸에 좋고 식물에도 좋다고 하는데서 오는 의아심, 즉 과연 그렇게 만능일수가 있는가 하는데서 오는 의심이 한 몫을 하고 있으며 또 다른 이유로는 그 작용 기구가 아직도 밝혀지고 있지 않은 상태라는 점등이 있다.

그러나 무엇보다도 큰 원인은 소비자들이 원적외선 제품을 사용하여 본 결과 그 효과가 광고대로 정말 그런지 안그런지 판단할 수 있을 정도로 뚜렷한 효과를 실감하지 못하는데 있다고 본다. 이 점에서 원적외선 응용제품의 품질관리가 매우 중요한 문제임을 알 수 있다. 그러나 현실적으로 이 부분에 대해서는 아직까지도 품질 평가에 대한 기준이 설정되어 있지 않은 상태이기 때문에 소비자들 자신의 현명한 판단에 맡기고 있어야만 하는 형편이며 이 때문에 원적외선 응용 상품의 시장 확대도 늦어지고 있다.

실제로 일본에서 물이 핵자기 공명(NMR)하는 정도를 측정하여 간접적으로 원적외선 세라믹 제품의 성능을 평가하여 본 결과 일본 시장에서 유통되고 있는 원적외선 세라믹 제품의 약 40%

가 효능이 거의 없거나 미약하였다고 한다. 이 이유는 세라믹 원료 자체를 100% 사용하여 원적외선 방사율을 측정하면 원적외선이 다량 나오고 있으나 제품을 제조하는 과정에서 분말상의 무기 재질을 혼합하는데 따르는 기술상의 어려움때문에 제품의 전체중량에서 원적외선 세라믹 분말이 차지하는 양이 적고 이 결과 그 효과도 미미하게 되는 것으로 보는것이 타당할 것이다.

원적외선 세라믹 제품의 효능에 대해서는 최근에 국내에서 관심을 끌고 있는 찜질방 같은 예에서도 알 수 있듯이 실제로 겪어본 사람들의 경우에는 그 효과를 확신하는 경향이 크다. 사실 원적외선 세라믹의 비열효과를 최초로 활용한 것도 사우나 장치였었다. 원적외선 세라믹이 어떻게 해서 온열효과를 가져오는 것일까? 이것을 보통은 원적외선의 침투깊이가 깊어서 몸의 내부까지 더워지기 때문이라고 설명하고 있으나 실제로 원적외선이 침투할 수 있는 깊이는 불과 수백 μm 에 지나지 않기 때문에 피부 깊이 침투하지 못한다.

위의 현상은 물 분자의 공명 주파수를 참고하면 설명이 가능하다. 즉 산소와 수소간의 신축 진동은 2.5~3.5 μm 에서 일어나며 이것의 배음 진동은 5 내지 6 μm 에서 일어난다.

그리고 변각진동은 10~14 μm 에서 일어난다. 따라서 원적외선이 이 공진 파장대에서는 물의 두께가 1mm만 되어도 모두 흡수되고 만다. 우리 몸의 세포는 60~70%가 물이기 때문에 이로 인하여 원적외선이 피부 깊숙이 침투하지 못하고 표피층에서 모두 흡수되고 마는 것이다. 그러나 우리가 피부 심층부에서도 온열감을 느끼는 이유는 세포에서 세포로 공진파장이 전달되어 물 분자들이 모두 같이 공진하기 때문인 것이다. 여기서 주목할 점은 세포 내부에 있는 물분자들간의 공명 현상이다.

원적외선의 치유효과가 주목을 받게 된 이유는 앞서 설명하였듯이 기공사의 손에서 나오는 어떤 에너지파가 과연 무엇인가를 알기위하여 측정하는 과정에서 원적외선이 일반사람들 보다도 다량으로 방출되고 있다는것이 발견되었기 때문이다. 여기에서 우리가 한번 짚고 넘어갈 것은 과연 기

공사들이 보이는 치유효과가 정말 원적외선 만에 의한 것이냐 하는 점이다. 실제로 측정 결과를 보면 기공사의 손에서는 원적외선 외에도 다른 파장대의 전자파등과 같은 다른 에너지파들도 방사되는 것으로 나타났다.

따라서 문제는 기공사들이 발공하는 과정에서 나오는 에너지파 가운데서 원적외선이 차지하는 비중이 과연 어느 정도나 되며 측정 한계를 벗어나는 또 다른 에너지파의 존재를 부정할 수 있겠는가 하는 것이다.

위와 같은 문제에 더하여 상온의 세라믹에서 방사되는 원적외선의 양은 고온으로 가열된 세라믹에서 방사되는 원적외선의 양보다도 훨씬 적은 것이어서 이렇게 미약한 원적외선이 어떻게 하여 익히 알려진 비열효과를 일으키느냐하는 것은 아직도 논란의 대상이 되고 있는 주제중의 하나이다. 과연 원적외선 세라믹은 어떻게 하여 상온에서도 비열효과로 알려진 효능을 발휘할 수 있는 것일까?

3. 정보 에너지파

氣에 대한 감각이 있는 사람들은 사람이나 생명체, 심지어는 생명이 없는 물체 뿐만 아니라 도형이나 꼴에서도 손으로 감지할 수 있는 에너지파가 나온다고 말하고 있다. 이것은 氣感이 있는 사람들 모두 공통적으로 말하고 있는 내용으로서 어느 한가지의 물체를 氣感이 있는 여러사람들에게 물어 보아도 같은 느낌을 이야기하는 것으로 보아 현재의 과학기술로서는 비록 측정이 불가능하다고 하더라도 氣라고 하는 것이 존재한다고 하는 주장은 상당히 타당성이 있다고 볼 수 있다. 이것을 혹자는 생체에너지라고도 하고 혹자는 미약에너지라고도 하는데 필자는 이러한 에너지가 생체 뿐만 아니라 모든 물체, 심지어는 도형에서조차 나오는 것이기 때문에 미약에너지라고 부르는 것이 보편성이 있다고 본다.

구미에서는 氣에 해당하는 개념이 Subtle Energy라는 말로 표현되는데 이 단어는 미약한 에너지, 혹은 미묘한 에너지 등의 뜻으로서 매우

감지하기 약한 에너지이면서도 주기적인 반복성이 있는 형태의 에너지가 아니라는 것을 은연중에 시사하고 있다. 이러한 종류의 에너지에 대한 구체적인 연구는 서양에서 메스머, 라이켄바흐, 라이히 등에 의해 연구된 바 있다. 이들은 이 분야의 연구에 있어서 선구자적이고도 개척자적인 삶을 살다간 사람들이다.

위의 연구자들 외에 비교적 최근의 연구자로서는 캐나다 맥길 대학교의 Grad교수를 들 수 있다. 그는 1970년대 후반에 에너지를 방사할 수 있는 능력이 있다고 하는 사람의 도움 아래 이 사람이 에너지를 주입한 물을 가지고 이 물이 식물의 성장에 미치는 영향을 연구하였다. Grad교수는 플라스크에 담은 물을 능력자가 30분 동안 플라스크를 손으로 감싸고서 에너지를 주입하게 한 다음에 이를 불에다가 살짝 볶은 보리에 주어서 보통물을 준것과 싹트고 자라는 특성에 어떤 차이가 있는가를 관찰 하였다.

그 결과는 놀라운 것으로서 에너지가 주입된 물을 받고 자란 보리의 발아율 및 성장속도가 현저하게 큰 것으로 나타났다. 이 실험에서 주목할 점은 플라스크는 유리 재질이기 때문에 원적외선이 통과하지 못하며 따라서 물에 영향을 준 에너지는 원적외선이 아닌 다른 종류의 에너지라는 점이다. 능력자의 손에서 나온 에너지는 과연 어떤 종류의 에너지인가에 대해 근본적인 의문이 제기되지 않을 수 없는 실험 결과이며 또한 원적외선 세라믹에 의한 생육촉진 효과도 원적외선만으로 모든 것을 설명할 수 없다는 것을 강력히 시사하는 연구 결과인 것이다.

능력자의 손에 의해 30분동안 들려져 있었다는 것만으로 그 특성이 바뀐 물에 대해 생각해 보면 과연 물의 무엇이 바뀐 것인가 하는 의문점이 머리 속에 떠오르게 된다. 이와 관련하여 중요한 연구 결과가 영국에서 발행되는 Nature라는 세계적으로 권위있는 전문잡지의 1988년도판에 실린 바가 있다. 그 핵심 내용은 항원 항체 반응이 10^{-60} 내지는 10^{-120} 정도로 희석이 된 물에서도 관찰되었다고 하는 것으로서 놀라운 반향을 일으켰던 연구 결과이다.

저수용량이 약 15억톤에 이르는 대청댐의 물에 1그램의 물감을 풀어도 그 희석 비율이 고작 10^{-15} 에 불과하다는 것을 생각해보면 10^{-60} 으로 희석되었다고 하는 것은 희석되었다고 생각하기보다는 물에서 항체라는 것이 아예 흔적도 남기지 않고 없어졌다고 보는 것이 오히려 타당한 것이다. 참고로 현재 화학 분석기술의 한계로 보통 이야기 되고 있는 농도가 ppb 수준, 즉 10^{-9} 정도인 것을 감안하면 희석된 물은 성분 분석이라는 말조차 꺼낼 수가 없는 것임을 알 수 있다.

이 연구에 참여 했던 연구 그룹은 프랑스, 이태리, 이스라엘의 2개팀, 캐나다 등의 5개 연구팀으로서 모든 화학반응은 물질에 의해서만 가능하다고 하는 물질론적인 사고에 젖어 있던 학계 및 연구계에는 충격적인 실험 결과였다. 이 연구 결과를 반박하는 논문이 영국팀에 의해 1993년에 같은 전문잡지에 실린 바 있지만 그러한 연구 결과가 최소한 공식적으로 수행되었고 또한 발표되었다는데 중요한 의의가 있다. 이 연구팀들은 결론을 맺기를 항체반응에 대한 정보가 물에 철폐(template)되었다고 밖에는 달리 설명할 길이 없다고 하였다.

위의 실험 결과를 받아 들인다면 정보는 어떻게 각인이 되었고 정보원은 무엇이며 정보 자체는 어떤 형태로 존재하는가하는 심각한 질문을 제기하지 않을 수 없다. 정보원은 희석하기 전에 어느 정도 화학적인 조성 분석이 가능할 정도로 녹아 있었던 항체라고 보는 것이 타당한 것이다. 그리고 희석 과정에서 쓰인 희석액이 물이므로 물이 정보의 매개체 역할을 하였음과 동시에 물 자체에 정보가 기록되었으리라고 보는 것이 타당할 것이다.

그렇다면 정보 자체는 어떻게 존재하는가? 여기에서 필자는 한가지 가설을 제안한다. 즉 생명체를 포함하여 모든 물체는 에너지를 방사하는데 이 에너지 파동에는 물체 고유의 정보가 실려 있으며 이 정보는 매우 미약하지만 에너지 변조라는 형태로 에너지 파동에 중첩되어 에너지 파동의 움직임에 큰 영향을 미친다고 하는 가설이다.

에너지 파동이 어떻게 어느 방향으로 작용할 것인지는 모든 것이 정보의 내용에 따라 결정되는 것이다.

지금까지 우리는 에너지의 세기, 그리고 주기 등에만 주의를 기울여 왔으며 파형이라고 표현될 수 있는 섬세한 정보에 대해서는 거의 주의를 기울이지 않았다. 즉 같은 세기와 주기의 에너지파라도 파형은 여러가지로 다를 수가 있는 것이다. 비유한다면 지금까지는 방송국의 송출 출력과 주파수 대역에만 관심을 기울여 왔을 뿐 라디오를 통해 들려오는 정보에는 거의 주의를 기울이지 않은 것과 같다.

우리나라에서 古來로 전해져 오는 三一神誥에 보면 세상만물은 一氣일 뿐인데 이것은 셋으로 구성되어 있으며 心과 氣와 身이라고 하였다. 心은 虛에 해당하고 氣는 粗에 해당하며 身은 虛粗同體라고 하였는데 心은 빈(虛) 것이어서 우리의 마음을 말하고 氣는 거칠은(粗) 것이므로 우리의 몸뚱이를 가리키며 身은 心과 氣가 같이 어우러져 나타나는 身體(虛粗同體)를 가리키는 것이다.

이 셋은 서로 별개의 것이 아니라 하나인데 그 쓰임새가 다르게 나타날 뿐이며 (一體三用) 心은 理이고 氣는 氣이며 身은 機라고 하였다. 이를 풀이 한다면 理는 정보, 그리고 氣는 에너지, 그리고 機는 정보와 에너지가 하나가 되어 서로 어우러져 움직이는 기틀이라고 할 수 있다. 에너지는 에너지 파동에 중첩된 정보에 따라 움직여서 하나의 體, 즉 기틀이 되는 것이다.

이러한 가설 아래 캐나다 맥길 대학교 Grad 교수의 실험 결과를 생각해 본다면 능력자의 손을 통해 전달되어 나간 것은 원적외선이 아니라 우리를 통과할 수 있는 다른 에너지 파동으로서 이 파동을 타고 정보가 전달되었다고 하는 설명이 가능할 것이며 희석 실험에서도 이 정보가 계속 전사되어 갔다고 볼 수 있는 것이다. 물론 현재로서는 이러한 정보를 직접 측정할 수 있는 방법이 없으며 또한 공간에서 과연 어떤 매질을 통해 정보가 전달되느냐하는 문제도 해결되지 않은 상태이다. 정보 신호가 매우 미약한데도 불구하고

하고 에너지 파동에 영향을 미친다는 점을 감안한다면 그 작용기전은 공명현상에 의한 것이라고 추정하는 것이 타당할 것이다.

이 가설을 받아 들인다면 굳이 원적외선 세라믹이 아니더라도 물체에서 방사되는 정보 신호를 제어하여 생육촉진 효과를 얻을 수 있을 것이다. 그리고 생육촉진이라는 정보의 전달 매개체로서는 세포 내부의 물이 주 역할을 담당한다고 본다. 생체에너지 파동에는 곧 정보 에너지파가 중첩되어 있는 것이 원적외선이나 기공사들에 의해 얻어지는 생리활성화 효과나 치유효과는 모두 이들에 의해 주어지는 정보에 대해 인체의 생체에너지에 중첩되어 있는 정보 에너지파가 공명하여 생체에너지의 파동에 영향을 주어 궁극적으로 신체에도 영향을 미치는 것이라는 해석이 가능하게 된다. 그리고 신체와 생체에너지파동의 관계는 가역적이어서 신체의 건강상태가 생체에너지 파동에 그대로 나타나고 또한 생체에너지 파동에 실린 정보의 제어를 통해 신체의 치유도 가능하다고 본다.

이 설명을 원용한다면 부드러운 고전 음악을 들려줄 경우 왜 식물의 성장이 촉진되고 생산량이 증대되는지 이해가 가능하게 되며 어째서 heavy metal music을 들려줄 경우에는 거꾸로 잘 자라지 못하는지도 설명이 가능하게 된다.

식물의 성장에 영향을 미치는 에너지파장의 범위를 생각해보면 음파에서 부터 전자파, 적외선, 그리고 빛 등에 이르기까지 폭이 매우 넓으며 어느 파장대를 쓰더라도 그 효과를 볼 수 있는 이유는 공명현상에 의해 배음대역의 파장에서도 정보전달이 가능하기 때문인 것으로 설명할 수 있다.

이 정보 에너지파의 개념이 도입되면 원적외선 세라믹 가운데서 상온에서의 원적외선 방사율이 크게 차이가 나지 않는데도 불구하고 세라믹에 따라 식물의 생육촉진 효과면에선 크게 차이가 나는 현상도 설명이 가능하게 된다. 즉 어떤 세라믹의 경우에는 원적외선 방사율이 높는데도 불구하고 생육촉진면에서는 별로 효과가 없는 경우도 있는데 이러한 경우는 이 세라믹이 발산하

는 원적외선에 생육촉진이라는 정보가 실려 있지 않기 때문이라고 볼 수 있는 것이다.

그렇다면 원적외선 방사율에서 차이가 있는 금속재료와 세라믹재료의 경우는 어떻게 설명할 수 있을까? 이것은 정보 자체가 원적외선에 중첩되어 있기 때문에 원적외선이 피사체에 도달되거나 강하게 방사가 되어야 정보 또한 보다 강력하게 전달되는 것이므로 같은 내용의 생육촉진 정보가 실려 있다고 하더라도 원적외선 방사율이 낮은 금속재료같은 경우에는 그 효과가 방사율이 높은 세라믹에 비해 낮을 수 밖에 없는 것이다. 비유하자면 같은 내용을 방송하더라도 출력에서 차이가 있으면 그 작용 범위도 좁은 것이다.

4. 생육촉진 기능성 신소재

위에서 제안한 가설을 받아 들인다면 원적외선 방사율이 높으나 낮으나하는 것은 방송국의 출력이 강하냐 약하냐의 차이일 뿐 정작 중요한 방송 내용에 대해서는 논의가 안되고 있는 꼴과 같은 것이다.

방송국의 출력이 높아도 방송의 내용이 흑색선 전이나 부정적인 내용으로 가득차 있다면 이러한 정보를 수신하는 사회가 무질서해지고 폭력이 난무하게 되는 것과 마찬가지로 정보의 제어야말로 출력 보다도 더 중요한 것이다.

따라서 지금까지는 상온에서의 원적외선 방사율을 가지고 원적외선 세라믹 제품의 품질을 평가하여 왔으나 원적외선을 타고 송출되는 정보의 내용도 같이 따져야한다는 결론에 이르게 된다. 그러나 불행하게도 현재로서는 이러한 목적으로 쓰일 수 있는 완벽한 정보수신장치가 없으며 최근들어 자기 공명을 이용하여 정보의 자세한 내용을 알 수는 없으나 생체에 유익하냐 아니냐하는 대략적인 수준에서의 정보 분석이 가능한 장치가 미국에서 개발되어 보급되고 있다.

이전에는 인체가 정보분석의 매개체가 되는 측정장치들이 사용되어 왔으나 주관적인 판단이 개재되는 것이 아닌가하는 의구심을 덜을 방도가 없었기 때문에 그 측정 결과에 대한 신뢰도가 낮

있으며 측정자 자신이 나름대로의 감각을 갖추게 될때 까지 6개월여 이상의 상당한 시간이 소요된다는 단점이 있어 널리 보급되지는 못했었다.

최근 일본에서 출시되고 있는 제품들 가운데는 이러한 개념의 기술을 적용하여 제품을 제조하려는 노력이 엿보이는 것들이 일부 보이고 있다. 그러나 아직 그 기술 수준은 초기 개발 단계이어서 어떻게 정보를 기록하고 정보내용을 어떻게 통제하는가에 대한 구체적인 기술까지 확보되어 있는 상태는 아닌것으로 판단된다. 국내에서는 이보다 앞선기술을 가지고 실제로 사용가능한 제품들이 일부 시장에 나오고 있으며 생체에 좋은 정보나 안좋은 정보나 하는 단계를 지나서 정보의 구체적인 내용도 제어할 수 있는 수준에까지 이르고 있다. 이러한 기술을 응용하여 세계 최초로 원적외선 세라믹소재에 원하는 기능에 대한 정보를 기록하여 만든 제품이 곧 시장에 나올것으로 전망된다.

앞으로의 과학기술은 이러한 개념에서 출발하는 기술들이 중요하게 될 것이며 신제품의 연구개발에서도 새로운 전기를 맞게 될 것으로 예측된다. 원적외선 세라믹도 이제는 방사율이 높고 좋은 생육효과를 나타내는 광산의 탐사 및 개발에만 의지하는데서 벗어나 정보 제어기술을 이용하여 세라믹 자체에 기능을 부여하는 제품들이 나오게 될 것이다. 필자는 이러한 신소재를 기능정보각인 신소재라 이름하고 있다. 앞으로는 생육 촉진기능의 내용에 따라 세분화된 세라믹 제품들이 나오게 될 것이다. 예를 들어 초기 발아기에 효과가 큰 세라믹, 성장기에 효과가 있는 세라믹, 그리고 개화기나 결실기에 효과가 있는 세라믹등으로 구분되어 제품이 출하될 수도 있는 것이다.

5. 맺음말

지금까지 근대 과학기술은 뉴톤에 의해 기초가 다져지고 데카르트가 깔아놓은 사고체계에 따라 발전되어 왔다. 이 근대 과학기술의 특징은 환원주의적 물질론으로서 어떠한 물체든지 궁극적

으로는 그 단위 구성 물질이 있다고 보며 그 단위구성 물질들 내지는 구성개체간의 상호 연관성을 무시하는 것이 일반적인 경향이다. 이러한 과학기술 사고방식이 우리의 생활에 어떻게 영향을 미쳤는가를 이해하기 위해 의학과 약학을 예로 들어 보겠다.

오늘날 의학에서 가장 어려운 수술중의 하나가 장기이식수술이다. 장기 이식이라는 발상이 가능하게 된것은 신체 장기를 신체를 구성하는 하나의 부속품으로 보고 그것이 고장나면 자동차 부속처럼 교체하면 된다는 생각이 받아들여졌기 때문이다. 장기들간의 상호 연관성을 무시하지 않고서는 하기 힘든 생각이다. 그러나 환원주의적 과학철학에서는 자연스러운 발상인 것이다. 이에 반하여 동양의 의학에서는 인체를 하나의 고도로 상호 연결된 유기체로 보고 몸의 건강상태가 안좋은 것을 장기들간의 균형이 깨졌다거나 하는 방식으로 이해하고 그 균형을 회복, 즉 전체적인 치료에 주안점을 두고 발전되어 왔다.

약학에서도 마찬가지로 동양에서는 약으로 전체를 補하면서 국부적인 치료를 병행하는 방식으로 치료에 임하는데 서양의 약학은 병의 원인이 무엇인가를 탐구하여 병원균이나 바이러스가 원인이라는 것을 밝혀내고 이를 박멸하면 병이 나을 것이라고 보고 병원균을 죽이는 약, 즉 항생제의 연구개발에 주력하여 왔다. 이 결과 서양의 약학에서는 대중치료약이 많이 발전되어 긴급한 위기를 넘기는데 큰 힘을 발휘하였다.

그러나 병원균이 있는 보균자의 예를 들어 볼 때 왜 누구는 발병하고 누구는 발병하지 않는가를 병원균만으로 병의 원인을 설명하기는 부족하다. 동양에서의 관점은 병원균은 누구나 있을 수 있으며 몸의 건강 상태가 안 좋으면 발병하는 것이라고 보았기 때문에 몸 전체의 건강을 회복하는 쪽에 중심을 두고 약이 발전되어 왔다. 따라서 서양에서는 없는 보약이라는 개념의 약이 있을 수 있게 된 것이다. 그러나 서양에서는 환원주의적 사고방식에 따라 병만 나오면 되는 것이기 때문에 국소적인 효과를 목적으로하는 항생제와 같은 약의 투여에 집중하며 이것이 인체의

다른 부분에 큰 영향을 미치지 않지만 않으면 그냥 약재로 사용하는 것이다.

이러한 환원주의적 물질론에 바탕을 둔 과학기술자들에게는 기공치료라던가 침술을 이용한 마취수술등과 같은 것은 큰 충격이었던 것이다. 이제는 서양에서도 많은 사람들이 눈에 보이지 않으며 분석해도 잡히지 않는 에너지 파동에 의한 치료효과등을 인정하고 있는 경향이 나타나고 있다. 의학에서보면 동양과 서양은 다른 길을 걸어 왔으나 긴급한 대증치료에서는 서양의 의술이 보다 낮고 장기적인 치료를 통해 병의 근본을 제거하는 의술은 동양이 낮기 때문에 양쪽의 의술이 앞으로는 상호 보완으로 발전될 것이다.

동양에서 발전한 과학기술의 근저에 깔려 있는 기본 사고 방식은 우주만물은 모두 에너지로 구성되어 있으며 에너지의 흐름이나 발현을 제어하는 정보가 있다는 것을 받아 들인다는 것이 그 특징이다. 그러나 근대에 접어들어 동양의 과학기술이 서양의 과학기술에 밀리면서 우리 자신도 알게 모르게 서양의 환원주의적 사고방식에 젖어들었고 특히나 우리나라의 과학기술 전통이 단절된 틈을 타서 들어온 서양의 과학기술때문에 과학기술계 자체에서 이러한 눈에 보이지 않는 에너지의 존재를 인정하는데 인색한 경향이 있다. 이제 앞으로의 과학기술은 이러한 눈에 보이지 않는 에너지의 제어와 활용에 기초를 두고 새로이 한단계 뛰어 넘어 발전할 것이므로 우리는 여기에 주목하고 대비하는 것이 필요하다.

과학기술 사고체계의 혁명이 일어나고 있다

데카르트의 이원론적 사고방식에 바탕을 두고 발전되어온 서양 과학기술과 문명이 자원낭비, 환경오염, 공해, 인간소외 등의 문제 등으로 인해 오늘날 심각한 위기를 맞고 있다. 이 문제는 이원론적인 사고방식을 극복하고 동양의 일원론적인 자연관을 다시 회복하여 이를 바탕으로 우주와 자연을 새롭게 이해하는 방법으로 해결 가능할 것으로 예측되고 있다. 이 글에서는 새로이 움트고 있는 과학기술 사고체계의 변화와 이와 관련된 신기술의 등장에 대해 분야별로 간략히 살펴 보았고 이러한 변화를 우리의 자연관에 비추어 어떻게 이해할 수 있는 가를 설명하였다.



방 건 응

신소재특성평가센터
책임연구원, 공학박사

1. 머리 말

17세기에 서양에서 발전되기 시작한 과학기술을 발판으로 오늘날의 현대문명이 이룩되었다. 서양의 과학기술을 떠 받치고 있는 두개의 기둥은 데카르트와 뉴턴으로서 이 두사람에 의해 발전되기 시작한 물질론적 기계론적 사고방식은 영국에서 일어난 산업혁명의 씨앗이 되었고 현대문명의 뿌리가 되었다. 그러나 이 이원론적 사고방식은 물질과 마음의 상관관계 및 개체간의 연계성을 무시하기 때문에 인간과 자연의 유기적인 연관관계가 제대로 파악될 수 없었으며 따라서 자연은 자원을 제공하는 대상으로서만 그 존재의 의가 평가되었을 뿐이었다. 또한 사회적으로는 개체간의 경쟁이 당연한 것으로 받아들여졌고 이것은 경쟁의 원리에 입각한 교육 및 사회 조직체계를 낳게 되었다. 여기에 더하여 자연을 생각하지 않는 산업활동으로 인하여 사람들간의 사회적 유대관계가 파괴되고 공해와 같은 문제점들이 많이 나타나게 되었다.

오늘날 이러한 문제점들을 극복하기 위한 노력이 다각적으로 진행되고 있으나 우리가 자연을 대하는 자세, 그리고 자연을 이해하는 사고방식이 근본적으로 전환되지 않고는 문제를 해결하기 어려우며 작금의 환경보호 운동도 대부분 의식의 전환보다는 겉으로 드러나고 있는 문제의 해결에 치중하고 있어 문제의 핵심을 다루지 못하고 있는 형편이다. 오늘날 사회 전반에 걸쳐 나타나고 있는 문제점들을 극복하려면 새로운 문명의 출현이 요구될 정도로 사회 전반적인 인식의 전환이

필요한 것이 아닌가 하는 생각들이 퍼지고 있으며 일부 식자들은 이러한 조짐이 이미 나타나고 있다고 말하기도 한다.

결자해지(結者解之: 묶은자가 풀어야 한다)의 원리를 따른다면 문명 전환의 시발점은 문제를 일으킨 근원이 된 자연과학에서 비롯되어야 할 것이다. 실제로 상대성 이론과 양자역학이 등장하면서 우리가 자연을 이해하는 영역이 넓어지고 있고 이를 바탕으로 새로운 과학기술 사고체계(paradigm)가 세워지고 있다. 이 새로운 과학기술 사고체계는 기존의 과학기술과 구분되는 뚜렷한 특징이 있으며 주목할 점은 이러한 변화가 과학기술이라는 특정분야에 한정되어 나타나는 현상이 아니라 경제학, 사회학, 심리학 등과 같은 다른 학문체계 및 실제사회 전반에 걸쳐 거의 전체적으로 동시다발적으로 일어나고 있다는 점이다. 이제 인류는 기존의 과학기술을 그대로 답습하여 멸망의 길로 가느냐 아니면 새로운 사고체계 아래 과감한 변신의 길을 선택하여 공존의 길을 가느냐하는 선택의 기로에 놓여 있다.

본 소고에서는 새로운 문명의 출현 조짐을 과학기술계에 초점을 맞추고 고찰하였다. 내용에 따라서 필자의 전공분야와 멀리 떨어진 분야는 어쩔 수 없이 소홀히 다루어졌을 것이며 일부 틀린 부분이 있을 수도 있을 것이다. 그러나 새로운 과학기술의 싹이 여러 방면에 걸쳐 움트고 있다는 것을 보다 많은 분들이 알 수 있도록 하고자 이러한 위험을 무릅쓰고라도 다른 분야까지 포함하여 폭 넓게 다루었다.

2. 뉴턴 역학의 기본 골격과 문제점

데카르트의 이원론적 사상과 뉴턴의 역학에 바탕을 두고 발전한 서양의 과학은 물질론적 기계론적 세계관이 그 근본이다. 이것은 다시 말하여 모든 자연현상은 물질이 그 근본이며, 물질로 이루어진 물체는 독립적인 개체로서 자연과의 연계는 없고, 또한 어떤 개체든 그것을 구성하는 가

장 작은 기본 단위체로 이루어져 있으며 이 기본 단위체를 알면 그 개체를 알 수 있다고 보는 것이 그 핵심이다. 이러한 사상적 바탕 아래 물리학에서는 물질을 이루는 가장 기본적인 개체를 찾고자 하는 소립자 물리학이 발전하였으며, 화학에서는 원소의 발견과 함께 모든 화학작용을 원소간의 반응으로 설명하는 이론이 발전하였고, 생물학에서는 분자들로 생명현상을 설명하고자 시도하는 분자생물학이 발전하였다.

모든 것이 기본 구성 개체로 이루어져 있으며 개체들은 하나의 부속품일 뿐 서로 연관성이 없다는 생각이 일관되게 거의 전분야의 학문에 걸쳐 기본 전제가 되고 있다. 이러한 사고 체계를 환원주의(還元主義: reductionism)라고 부른다. 이것이 무슨 의미를 뜻하는 것인가에 대해서는 물질론적 기계론적 세계관이 오늘날의 사회체제와 과학기술 발전에 어떤 영향을 끼쳤는지를 의학 분야의 실례를 들어 살펴보면 보다 빨리 이해가 될 것이다.

의학에서는 오늘날 장기이식이 가장 어려운 수술의 하나로서 받아들여지고 있으며 지금도 장기이식 후 나타나는 거부반응 등에 대한 연구가 계속되고 있다. 이 장기이식 수술의 밑바닥에 깔린 생각은 우리 몸이 심장, 위, 폐, 신장 등과 같은 여러개의 부속품들로 구성되었다고 보는 것이며 따라서 어느 장기가 이상이 있으면 자동차의 부속품을 갈아 치우듯이 장기이식 수술을 통해 고장난 장기를 교체하면 몸을 고칠 수 있다고 생각한다. 그러나 동양의 사고방식에서는 각각의 장기들이 독립적이면서도 또한 서로 연관되어 있기 때문에 어느 장기만이 문제가 있다고 보는 사고방식을 받아들이지 않으며 몸 전체의 불균형이나 이상이 어느 장부에서 특징적으로 두드러지게 발현한 것으로 본다. 따라서 문제가 되는 장기를 교체한다고 해서 신체건강이 근본적으로 해결된다고 보지 않으므로 이러한 해결방식을 취하지 않는다.

또 다른 예로서는 항생제의 발달을 들 수 있다. 병원균을 발견하게 된 것도 병을 일으키는 원인물질이 있을 것이라는 물질론적인 생각 아래 탐색을 계속한 결과이며 이로부터 병의 원인이 되는 균을 죽이기만 하면 병이 치유될 것이라고 보고 병원균을 죽이는 물질을 찾는 노력 끝에 항생제가 발견되었다. 지금도 약의 연구 개발은 우선 균을 다스리는 효과가 있는 약제를 먼저 찾고 그 다음에 부작용에 대한 검사를 실시하는 방식으로 진행되고 있다. 따라서 질병을 치료하는데 있어서 인체의 자발적 치유능력은 원천적으로 무시되며 질병을 세균과 백혈구의 싸움으로만 해석하고 세균을 죽이기만 하면 질병을 다스릴 수 있다고 생각한다.

그렇기 때문에 인체의 자발적 치유능력을 최대한 활용하는 치료법이나 혹은 자발적 치유능력이 신장되도록 하는 치료법이 발전되지 않았거나 오히려 부정되기까지도 하였다. 그러나 동양에서는 병원균을 죽이는 것만으로는 몸의 병이 일시적으로 나을지는 몰라도 몸의 건강을 회복한다는 근본적인 목적의 달성이 어렵다고 보았고 더 나아가 균을 죽이는 약이 인체의 다른 부분에서는 부작용을 일으킬 수도 있다고 보았기 때문에 한 가지 약제의 처방보다는 인체의 저항력과 약제 효과의 균형을 고려하는 종합적인 처방이 선호되어 왔다.

더욱이 병에 걸리게 된 원인에 대한 인식에서도 차이가 있어 서양에서는 단순히 병원균의 침입에 의해 발병되는 것으로 해석하나 이 경우 왜 누구는 걸리고 누구는 걸리지 않는가를 명쾌하게 설명하지 못한다. 그러나 동양에서는 병원균은 누구에게나 잠재적으로 존재하는 것으로 보며 다만 인체의 저항력이 떨어지면 발병하는 것으로 보았기 때문에 인체의 전체적인 건강상태를 향상시키는데에 치료의 근본을 두었던 것이다.

환자를 치료하는 자세에 있어서도 이원론적인 사고방식이 크게 영향을 미쳤다. 환자와 의사의

관계는 극단적으로 비유하면 고장난 자동차와 이를 고치는 기술자와의 관계로 표현될 수 있을 정도로 의사와 환자간의 소위 인간적인 관계가 메말라 있는 상태이다. 이렇게 된 이유는 환자 자신을 몸과 마음이 서로 연결된 하나의 역동적인 유기체로 보는 것이 아니라 장기들로 구성된 하나의 기계적인 작동체로 보기 때문에 의사의 기능은 고장난 부분을 정확히 찾아서 자동차 부속을 고치듯이 인체의 고장난 장기를 고치는 것이 임무라고 생각했기 때문이다. 이 임무를 수행하는 과정에서 인체가 정상적인 기능을 발휘하는데 미치는 심리적인 요인은 무시되기 때문에 병원은 삭막해진 것이다.

이에 대한 반발로 최근들어 전일적(全一的, holistic) 치료법이 중시되고 있다. 여기에서는 환자와 의사간의 인간적인 유대관계가 중시되고 치료과정에서도 약물치료는 가능한한 최소화하면서 심리적 안정 뿐만 아니라 식이요법 등을 통하여 인체의 질병에 대한 전체적인 저항력을 증진시키고자 도모하며 자발적 치유력에 많이 의존한다.

환원주의는 위에서 처럼 의학에서 뿐만 아니라 모든 학문분야, 그리고 사회 경제체제 등에도 영향을 미쳤다. 예를 들어 경제체제로서 등장한 자본주의도 그 근본은 경쟁체제를 용인하는 사고방식에서 비롯된 것이라고 볼 수 있다. 즉 개체와 개체간의, 그리고 개체와 자연간의 연관성을 인정하지 않는 환원주의 사고방식에서 다윈의 적자생존 이론이 도출되었다. 이 이론에서는 개체와 개체간의 연결관계는 오직 먹고 먹히는 약육강식 뿐이라고 보기 때문에 경쟁의 원리를 받아들이고 힘센 사람이 약한 사람을 억누르는 것을 당연한 것으로 인정한다. 이 결과 힘센 나라가 힘이 약한 나라를 집어 삼키는 제국주의가 등장하게 되었으며 교육과 경제의 기본 원리도 경쟁에 기초를 두고 구축되었다. 따라서 강자와 약자가 같이 협력하며 공존하는 체제는 생각하기 힘든 것이 되었으며 치열한 경쟁의 관계만이 인정되는

사회체제 때문에 인간소의 현상이 심각하게 나타난 것이다.

위와 같은 환원주의 사고 방식의 저변에 깔린 생각, 즉 모든 것이 하나하나의 개체로 구성되어 있다는 생각은 곧 모든 자연 현상을 양적인 수의 개념으로 표현할 수 있으며 개체간의 경계는 뚜렷하다는 것으로 이해되었다. 사실 양적인 수의 개념으로 자연 현상을 표현하는 것은 데카르트와 뉴턴보다 한 세대를 앞서 살다 간 갈릴레오로부터 시작하는 것으로서 오늘날 서양의 과학기술이 이만큼 발전한 데는 천체의 운동과 같은 자연현상을 양적으로 나타내고자 하는 노력에 힘입은 바가 크며 이 점에서 동양의 과학기술은 부족하였던 것이다.

뉴턴역학은 시간과 공간의 절대성, 즉 공간에서 위치와 운동에너지를 정확히 정의할 수 있으며 시간의 가역성이 성립한다는 가정에 기초를 두고 있다. 따라서 양적인 개념에 입각한 수식적 표현이 유도될 수 있었으며 천체의 운행과 물체의 운동 등에 적용한 결과 그 당시의 측정기술 한도내에서는 잘 들어 맞았던 것이다. 그러나 양자역학이 발전되면서 물질을 구성하는 입자가 항상 물질적인 성질만 나타내는 것이 아니라 에너지인 파동의 성질을 나타낼 수도 있다는 사실이 밝혀졌고 이것은 양자역학이 한창 발전되고 전개될 당시의 과학기술자들에게도 받아들이기가 매우 어려운 충격적인 것이었다.

이 개념에서는 물질의 경계가 불분명해지고 양적인 표현이 어려워지며 따라서 설명 자체도 모호한 것이 되어 지금도 이해하기가 힘든 것으로서 물질적인 입자와 에너지적인 파동이 양립할 수 있다는 사실로 인해 서양에서는 불경과 힌두교의 경전 등을 통해 이를 이해하고자 시도하는 문헌들이 여럿 발표되었다. 여기에서 더 나아가 모든 물체의 독립성, 즉 개체성도 의심을 받아 흔들리게 되었고 모든 입자들은 떨어져 있어도 서로 보이지 않는 끈으로 연결되어 있다고 보는

정도로까지 변화하였다.

여기서 우리가 주의할 점은 양자역학이 등장하면서 뉴턴역학이 어느날 갑자기 틀리는 이론이 된 것이 아니라 뉴턴역학이 적용될 수 있는 조건 하에서는 그 자체로서 훌륭한 이론이며 다만 인간의 지식이 축적되면서 자연에 대한 이해의 폭이 넓어져서 뉴턴역학이 맞지 않는 영역까지도 우리가 알기 시작했다고 보아야 한다는 점이다.

3. 새로운 과학기술의 등장

상대성 이론과 양자역학의 등장, 그리고 최근의 학문적 발달과 함께 어려가지 실험적 결과들이 쌓이기 시작하면서 환원주의에 기초를 두고 자연을 이해하려고 하였던 시도가 잘못된 것이었다는 자성(自省)의 물결이 일기 시작하고 있다. 즉 나무 개개의 세포조직이 어떻게 되어 있으며 그 구성원소들은 무엇이며 탄소동화작용은 어떻게 하는지 등이 대체로 알려졌으나 숲 전체로서의 기능은 어떤 것인지, 이 전체로서의 숲이 기후에 어떻게 영향을 미치며 숲을 이루고 있는 개개의 나무들 끼리는 서로 어떤 관계에 있는지 등을 환원주의적 접근방법으로는 알기가 어려우며 아예 연구할 착상조차 하지 못하였던 경우가 한둘이 아니었던 것이다. 이 자성의 기운은 자연과학에서 뿐만 아니라 마음과 육체의 관계를 철저히 부정하면서 발전되어온 심리학에서도 일어나고 있으며 사회학, 경제학, 농업 등에서도 마찬가지이다. 이 결과 심리학에서도 마음과 육체의 상관관계를 연구하고 더 나아가 사람과 사람간의 심리적 연관성에 까지도 연구영역이 확대되어 초심리학(transpersonal psychology)이 등장할 정도로까지 변하고 있다.

이러한 변화의 공통점은 개체를 독립된 존재로만 파악하는 환원주의적 관점의 극복과, 이론적으로 설정된 모델의 범위 안에서 자연현상을 억지로 이해하려고 하는 데에서 벗어나 그 이론의 틀을 과감하게 깨고 실제의 자연을 있는 그대로

총체적으로 이해하려고 하는 방향으로 연구내용이 바뀌고 있다는 점이다. 예를 들어 열역학에서는 지금까지 닫힌계에 대한 이론이 주로 발전되어 왔으나 자연은 열린계이므로 자연현상을 열린계의 이론체계 아래 이해하고자 하는 노력이 프리고진을 중심으로 진행되고 있는 것을 들 수 있고, 생물학에서는 개체들이 하나의 독립적인 존재로서만 있는 것이 아니라 서로가 연관되어 있으며 서로 영향을 주고 받는다는 것이 알려지기 시작했고 이로부터 전체 생물계를 시스템적으로 파악하고자 하는 시스템 생물학이 등장하고 있다. 더 나아가서는 지구 자체를 자기제어기능을 가지고 있다는 측면에서 하나의 생명체처럼 볼 수도 있다고 하는 가이아 이론까지도 나타나고 있다. 최근에 국내에서도 알려지기 시작한 카오스 이론도 자연에 대한 환원주의적 접근방법에서 벗어나 전체 시스템을 이해하는 하나의 수단으로서 주목을 받고 있다.

이와 같은 학문 체계의 변화는 여러가지 측면에서 일어나고 있으며 그 차이점들은 다음의 표 1과 같이 요약할 수 있다. 아래의 표에 더하여 과학기술 분야에서 진행되고 있는 몇가지 혁명적인 연구 내용들을 간략히 소개하여 현재의 학문

표 1. 과학기술 사고체계 변화의 특징

경쟁, 견제	협동, 상호보완
독립적 개체, 고립	상호 영향을 미치는 개체, 공존
직선적 팽창	순환적 발전
자원의 1회 사용	자원의 순환
이윤추구의 경제원리	이윤 추구하고 가치 규범의 결합
수직적 사회체계	수평적 사회체계
자연에 맞섬(對決)	자연과 어울림(調和)
물질, 기계적 구성	에너지, 시스템적 구성
일원적	다원적
선형 모델	비선형 모델
타율, 불균형	자율, 균형

체계 변화가 어떻게 진행되고 있는지 짚어 보는 것으로 이 장을 마무리 하겠다.

3.1. 물리학-반중력

물리학에서 아직도 풀리지 않은 의문중의 하나는 중력이 어떻게 하여 생겨나는 것인가이다. 아직 인간은 중력이라는 장(場)의 실체를 파악하고 있지 못하며 또한 이를 제어하는 방법도 알지 못하고 있다. 그러나 최근들어 중력을 제어할 수 있다는 가능성이 보이고 있으며 실제로 중력의 제어를 통하여 부상현상을 보여주는 실험적 결과들이 보고되고 있다. 이것은 자장의 반발력을 이용하여 중력의 잡아당기는 힘을 이긴다는 개념, 즉 중력보다 센 힘을 이용하여 중력을 극복한다는 대결 차원의 방법이 아니라 중력을 제어하여 중력을 약화시키거나 작용하지 않도록 하여 물체가 뜨게 하는 방법이다.

현재까지 알려진 연구사례 가운데 대표적인 것으로서는 영국의 John Searl 교수가 개발한 회전 자석을 이용한 방법이 있으며 그는 원반형의 물체를 실제로 공중에 띄우는데 성공하기도 하였다. 또 다른 방식으로는 최근에 캐나다의 Hutchison 이 고전압 고주파의 전자장을 이용하여 성공한 것으로서 그의 연구결과는 미국의 맥도넬 더글라스 항공사의 보고서에 잘 요약되어 있다. 이 방법에서는 중력이 어떤 물체에나 적용하는 것과 마찬가지로 대상물체가 전도성이어야 한다든가 하는 어떠한 제한도 없으며 반중력의 장이 작용하는 공간안에 있는 물체는 모두 떠오른다. 인류가 중력제어에 성공한다면 바퀴가 발명된 이래로 가장 혁명적인 수송수단의 변화가 올 것이다. 이것은 인간으로 하여금 우주여행을 보다 간편하게 할 것이며 초전도 자석이 없이도 부상열차의 꿈이 실현될 수 있게 하여줄 것으로 기대된다.

3.2. 화학-원소변화

방사선의 방출, 혹은 핵분열이나 핵융합에서와

같은 엄청난 에너지의 방출이 없이 원소가 변환되는 것은 있을 수 없는 것으로 인식되고 있다. 그러나 프랑스의 Kervran은 닭에 대한 실험에서 처음으로 동물의 체내에서 원소의 변환이 일어난다는 것을 실험적으로 밝혔으며 그는 닭의 체내에서 필요에 따라 칼륨과 칼슘이 서로 변환된다는 것을 알았다. 실험적 증거의 한 예로서 닭에게 칼슘은 주지않고 칼륨이 많은 귀리만을 먹였는데도 달걀의 껍질이 물렁물렁해지지 않는 것을 들었다.

그후 일본의 고마키 히사지(小牧久時)박사도 같은 연구결과를 얻었으며 생체 내에서는 칼륨과 칼슘 사이에서 뿐만 아니라 철과 망간, 그리고 칼륨과 나트륨 등 여러가지 원소들간에 다양하게 필요에 따라 원소 변환이 일어난다는 것이 밝혀졌다. 이 연구 결과로 인하여 이들은 1975년에 노벨상 후보로 공식지명 되기도 하였다. 다시 말해 핵폭탄의 위력에 해당하는 원소변환이 생체 내부에서 실제로 일어나는 것이다. 이것은 대체 무엇을 의미하는가? 이것은 우리로 하여금 물질의 근본이 과연 무엇인가, 그리고 물질의 실체가 과연 무엇인가에 대하여 다시금 생각하게 만드는 연구결과가 아닐 수 없다. 그리고 한 걸음 더 나아가 서양에서 오랫동안 명맥을 유지하면서 전승되고 있는 연금술의 가능성도 시사한다고 볼 수 있다.

3.3. 생물학-생명장

생물학 분야에서 제기되는 근본적인 질문들 가운데 하나는 생명현상 자체가 과연 무엇인가와 함께 난자와 정자가 결합한 다음에 세포분열이 일어나는 과정에서 세포들이 어떻게 하여 특정한 형태를 갖춘 모양으로 발전하는 가이다. 후자의 질문에 대한 답을 구하기 위하여 평생을 두고 연구한 사람중의 하나가 미국 예일대학의 Harold S. Burr 교수이다. 그는 정밀한 약전압측정장치를 개발하여 난자의 주위에 미약한 전장이 있음을

발견하였고 이 결과로부터 생명체의 외부에는 형상에 대한 정보가 존재하며 이 정보에 의해 세포가 제멋대로 분열하지 않고 특정 형상을 갖춘 형태로 분열하여 간다고 하였다. Burr교수는 이를 생명장(life field)이라고 이름지었다. 달걀의 경우를 예로 들면 수정란과 무정란에서도 장의 차이가 감지된다.

이와 비슷한 연구결과를 최근에 발표한 사람으로 "생명과 전기"(The Body Electric)라는 책을 쓴 Becker박사가 있으며 도롱뇽으로 실험한 결과 손상된 피부의 전류흐름이 차단되지 않고 계속 흐르도록 유지되면 절단된 신체 부위가 원래의 형태로 되자란다는 현상을 발견하였다. 이것은 다시 말해 인체의 외부에 있는 어떤 형체에 대한 정보가 유지되도록 한다면 그 형체대로 손가락이나 발가락이 자랄 수 있다는 것을 뜻하는 것으로서 물질적인 세포들만으로 생명을 논하기는 어렵다는 점을 시사하는 연구결과이다.

필자의 견해로는 생물개체들을 서로 연결하는 것도 이 생명장이 아닌가 생각한다. 이 생명장이 연결되어 있으므로 해서 생물들은 서로 거리가 멀리 떨어져 있어도 하나의 유기체인 것처럼 정보를 주고 받을 수 있는 것이며 시스템 구성체로서의 특징을 나타낸다고 본다. 이에 대한 대표적인 예는 일본에서 발견된 원숭이의 정보 교환이다. 즉 어느 섬에 사는 원숭이들이 고구마를 물에 씻어 먹으면 좋다는 것을 학습을 통해 알게 되었는데 이 정보가 수백 km 떨어진 섬에 사는 원숭이들에게 신체적인 접촉이 없었는데도 불구하고 어떻게 해서인지 전달되어 이 섬의 원숭이들도 얼마 안되어 고구마를 물에 씻어 먹게 되었다.

이와 같은 연구결과들은 미약한 에너지장의 존재, 그리고 개체간의 정보교환 가능성 등을 시사하는 것들이지만 아직까지도 인간은 의식과 생명체의 연결고리를 찾지 못하고 있다. 분자 생물학이 아무리 발달해도 물질적인 작용기제를 밝히는

것이 그 한계인 것과 같다. 예를 들어 많이 알려진 엔돌핀을 보면 이에 의해 사람의 기분이 영향을 받는다는 것은 알려져 있으나 의식이 어떻게 해서 엔돌핀이 생성되게 하는가 하는 부분은 아직 미지의 세계인 것이다.

앞으로 이 생명장 에너지에 대한 연구가 깊이 있게 진행되면 의식과 생체의 연결고리에 대한 실마리가 풀릴 수 있으리라 기대해 본다. 또한 의식과 생체의 연관 관계에 대한 깊은 이해가 없이 물질적인 관점위에서 생명공학 내지는 유전공학이 발달되어 이용될 경우 원자력이 잘못 쓰여진 것과 같은 일이 일어날 수도 있을 것으로 우려된다.

3.4. 의학-에너지 의학

서양의 의학은 앞서 예를 들때 이미 언급하였듯이 대증적(對症的)인 치료방법이 그 주 수단이다. 사실 근세에 들어 서양 의학이 동양의학에 대해 우위를 차지하게 된 것은 뛰어난 효능의 진통제로 고통을 경감시킬 수 있었고 마취제를 이용하여 수술을 용이하게 할 수 있었다는 것이 한 원인이다. 그러나 수술하는 것이 용이하게 된 만큼 인체를 환원주위적 사고 체계, 즉 기계 부속들로 이루어져 있다는 생각 아래 기계가 고장나면 어디가 고장났는지 알기 위해 뜯어 본다는 것과 같은 생각으로 수술하는 경우가 많아졌다.

최근들어 서양에서도 이러한 사고 체계의 문제점을 인식하고 인체를 하나의 총체적인 에너지체로 이해하고 치료하고자 하는 에너지의학(Energy medicine)이 등장하고 있으며 관련학회도 창립되어 활발하게 활동을 전개하고 있다. 에너지의학에서는 인체의 에너지장의 존재를 받아들이기 때문에 기존의 의학적 시각과 판이하게 다른 방향으로 인체를 보고 또 이 때문에 자연히 인체를 치료하는 방법이나 연구 방향도 다르게 될 수 밖에 없다. 인체의 에너지장을 미력(微力)에너지(Subtle energy)라는 말로 표현하는데 이것은 서

양의 의학에서는 새로운 개념으로 받아들여 질수 밖에 없겠으나 우리가 인체를 보는 전통적인 개념에서 본다면 전혀 생소한 것이 아니며 이 에너지를 기(氣)로 이해할 수도 있을 것이다.

이러한 새로운 개념 아래 등장하고 있는 치료법의 한 예로서 전통적인 침술이나 더 나아가 레이저로 경락을 자극하여 치료하는 것을 들 수 있다. 레이저로 어떻게 치료 효과가 있을 수 있을까 하고 의심할 수도 있겠으나 침술의 효과를 인정한다면 이를 받아들이기는 용이하다. 즉 오랜 옛날 전기라는 것이 없었던 시절에는 인체의 에너지장을 자극시키는 방법으로 금속을 이용하여 인체에 직접 찌르는 방식이 사용되었으나 현대에는 옛날에 없던 전기가 쓰이고 있어 레이저 등의 에너지파를 용이하게 발생시킬 수 있으므로 이러한 것을 이용하여 새로운 치료법이 개발되는 것은 당연한 것이라 하겠다. 에너지장의 자극법으로서 현재 활용되고 있는 예를 든다면 색깔, 소리, 결정체에서 방사되는 에너지 등을 들 수 있다.

氣에너지에 대한 연구는 일본과 중국에서 활발하게 진행되고 있으며 일본에서는 통상산업성의 지원 아래 “氣에너지 응용기술실용화 연구위원회”가 구성되어 움직이고 있고 학문적으로는 “인체 과학회”가 학술활동을 전개하고 있다. 중국에서는 이미 중국 과학원 산하에 “인체과학연구원”이 설립된지 15년이 된다. 양국은 이 분야의 공동연구 수행 등을 통하여 활발하게 상호 협력하고 있으며 氣에너지의 실체에 대한 연구, 측정기술에 대한 연구, 그리고 발공(發功)할 때 기공사의 신체에 나타나는 생리적 변화에 대한 연구, 氣에너지를 이용한 환자의 치료 등이 주요 연구내용이다.

이들 나라에서 진행되고 있는 연구현황을 보면 우리는 21세기에 중요한 학문분야로 등장하게 될 이 분야의 연구가 이들 나라보다 뒤처지고 있는 것으로 판단된다. 선진국들에 비해 뒤쳐진 과학기술 분야의 연구도 중요하지만 현재 표면에

드러나지 않았으나 앞으로 주요한 과학기술분야로 등장할 분야에 대해서도 국가 정책적인 대비가 절실하다. 이분야의 연구에 있어서 부딪치고 있는 가장 큰 문제는 古來로부터 알려져 온 다섯가지의 氣에너지를 어떻게 구별하고 측정하는가이다. 즉 量적인 에너지의 세기를 측정하는 기술뿐만 아니라 에너지들간의 차이를 잡아낼 수 있는 기술, 즉 質적인 차이를 감지할 수 있는 기술도 개발되어야 한다는 어려움이 있다.

3.5. 농업-자연농법

뉴턴역학의 등장 이후 공업분야에서만 변화가 일어난 것이 아니라 농업분야에서도 큰 변화가 일어났다. 우선 기계를 이용하여 농사를 짓게 되었고 따라서 기계를 사용하기 전보다 많은 양의 일을 처리할 수 있게 되었다. 또한 환원주의적 사고방식을 적용하여 식물의 성장에 필요한 원소가 무엇인지를 찾아서 질소, 인, 칼륨이 주요 원소라는 것을 알았다. 이것들을 집중적으로 공급하면 식물이 잘 자랄 것이라고 생각하여 개발된 것이 비료이다.

비료를 이용한 초기에는 농업 생산량이 증가하였으나 그 부작용은 금방 나타나기 시작하였다. 우선 지력의 쇠퇴에 의하여 連作이 힘들게 되었고 식물 자체의 저항력이 줄어들어 농약을 쓰지 않으면 안되게 되었다. 지금까지 농약과 비료는 서로 물고 물리는 관계이어서 그 사용량이 계속 증가되어 왔고 이제는 잔류 농약으로 인한 피해가 심각한 정도에까지 이르게 되었다.

이러한 문제의 해결책으로서 성장 원소의 공급이라는 물질적인 개념으로 비료를 주는 것이 아니라 종합적으로 양분을 공급하되 에너지적인 측면을 고려하는 농법이 연구 활용되고 있다. 이 과정에서 주목할 점은 새로이 등장하고 있는 자연 농법이 단순히 비료와 농약을 사용하지 않는다는 소극적 의미의 자연농법이 아니라 식물을 자연그대로 튼튼하게 키워서 품질이 우수한 곡물

을 얻고 생산량의 증대도 도모한다는 적극적 의미의 자연농법이란 점이다. 이 새로운 자연농법에서는 토양의 자생력을 회복시켜주고 주위 환경의 순환을 가능하게 하는 미생물의 활용이 주목되고 있다.

3.6. 새로운 에너지원-우주에너지

근대에 눈부시게 이루어진 인류의 발전은 에너지를 그 어느 시대 보다도 풍족하게 쓸 수 있었다는 데 있다. 그러나 에너지원으로서 석유나 석탄과 같은 화석연료에 주로 의존하여 왔기 때문에 환경공해를 피할 수가 없는 상황이다. 현재 태양에너지와 풍력에너지 등을 이용하는 대체에너지의 연구개발은 느리게 진행되고 있으며 그 차지하는 비율도 매우 미미하다. 원자력 발전은 이미 체르노빌의 참사에서 보듯이 절대 안전한 것이 아니라는 것이 실증되었고 핵폐기물의 처리 또한 심각한 문제이다.

최근 들어 공간에서 그대로 에너지를 뽑아쓰는 기술의 연구개발이 활발해지고 있으며 1991년에는 미국에서 자동차학회, 유체역학학회, 원자력학회, 전기공학회 등의 7개 에너지관련 학회가 매년 번갈아 가면서 주관하는 에너지변환공학학회(IECEC)에서 처음으로 우주에너지를 이용하는 기술에 대한 공식적인 발표와 토론의 장이 마련되었다. 이 에너지는 기존의 열에너지와는 다른 개념의 에너지를 활용하는 것이기 때문에 영점에너지(zero point energy)라고도 하는데 이것의 의미는 절대온도 0도를 가리키는 것으로서 非熱에너지라는 것을 강조하기 위해 붙여진 이름이다.

따라서 열역학의 법칙에서 벗어나는 에너지원이라고 볼 수 있는 것이며 현재 연구되고 있는 장치로는 대략 10가지 정도가 있는데 여러 사람들 앞에서 공개되었고 실제로 영구적으로 전기를 계속 뽑아 쓸 수 있는 장치로서 인정되고 있는 것은 스위스의 베른 근처 린든에서 개발된 M-L

변환기를 들 수 있다. 일본에서는 최근에 영구적으로 작동하는 전지를 개발하였고 이를 이용한 면도기가 현재 발매되고 있는 상황이다.

그리고 몇년 전에 상온 핵융합의 연구결과가 유타대학의 폰즈와 슬라이만에 의해 발표되었을 때 이 결과를 믿을 수 없다는 방향으로 기존 학계에서 받아들이지 않자 이들 두 교수는 유타대학을 그만두고 프랑스로 건너갔다. 우리 연구원에서도 사전조사 연구를 하다가 본격적인 연구에는 착수하지 않은 것으로 알고 있으나 다른 나라의 상황은 이와 다르다. 프랑스로 건너간 두 교수에게 일본의 모 회사가 900만 달러의 연구비를 지원하여 계속 연구가 진행되고 있으며 금년 4월에는 모나코에서 제5차 국제 상온 핵융합 학술대회가 열렸다. 상온 핵융합이 현재로서는 에너지 문제를 해결할 수 있는 하나의 강력한 대안으로 등장한 것이다. 우리는 무엇을 하고 있는가?

3.7. 물질-과연 무엇인가?

물질이 무엇인가라는 질문을 받으면 우리는 경험에 입각한 답을 생각하기 마련이다. 쉽게 말하여 고체와 같은 딱딱한 것을 연상하기도 하고 액체, 혹은 가스 등을 생각하기도 하는데 그 형태가 어찌 되었든 물질은 없어지는 것이 아니라는 공통적인 생각이 밑바닥에 깔려 있다. 그러나 부산 동의대학교의 이상명 교수 연구팀이 성공한 전자장을 이용한 물질이동 실험에서는 전자장이 작용하는 공간내의 구리조각이 에너지형태로 전기도선을 타고 이동하여 반 정도가 납 원소로 바뀐 형태로 전기도선의 끝부분 공간에서 다시 나타난 결과가 얻어졌다. 이 연구결과는 물질의 실체에 대한 근본적인 질문을 다시 제기함과 동시에 시간과 공간의 개념에 대해서도 우리가 다시 생각해야 할 것을 요구하고 있다.

즉 물질이 이동하는 순간에 전기 등과 같은 다른 에너지 형태로 바뀌어 이동하는 것인지, 그렇다면 물질 구성원소와 물질의 형태에 대한 정보

는 어떻게 전달되는 것인지, 아니면 우리가 접하는 3차원의 시공간을 건너뛰어서 이동하는 것인지, 그렇다면 구성원소가 왜 바뀌는 것인지 등등 탐구해야 할 내용들이 지금까지의 개념과는 전혀 다른 방향에서의 사고를 요구하는 것들이다.

이 연구결과는 초능력자의 능력에 의해서가 아니라 기계적인 장치로 물질이동 실험을 성공하였다는데 의미가 있으며 국내에서 이 실험에 대한 반복실험을 통해 보다 깊이 있는 연구가 진행될 필요가 있다고 본다.

4. 맺는 말

우리나라의 현대사를 살펴보면 지난 100년 동안에 왕정에서부터 시작하여 일제 36년간의 식민지 시대, 군정, 자본주의와 공산주의가 세계 역사상 최초로 충돌한 한국전쟁, 그리고 아직도 끝나지 않은 남북대치상태가 계속되고 있는 격동의 연속이었다. 조선 초기의 과학기술은 그 당시의 전세계 상황에 비추어 보건데 세계 어느 나라에도 뒤지지 않는 최고 수준의 기술이었다고 감히 말할 수 있다. 조선조 후기에 나타난 실학운동을 통하여 우리는 다시 한번 과학기술의 발전을 이룩할 수 있는 기회를 포착할 수 있었으나 불행하게도 실학운동은 꽃을 피우지 못하였다. 그리고 나서 조선왕조의 몰락과 함께 우리는 격동의 시기를 맞게 된다.

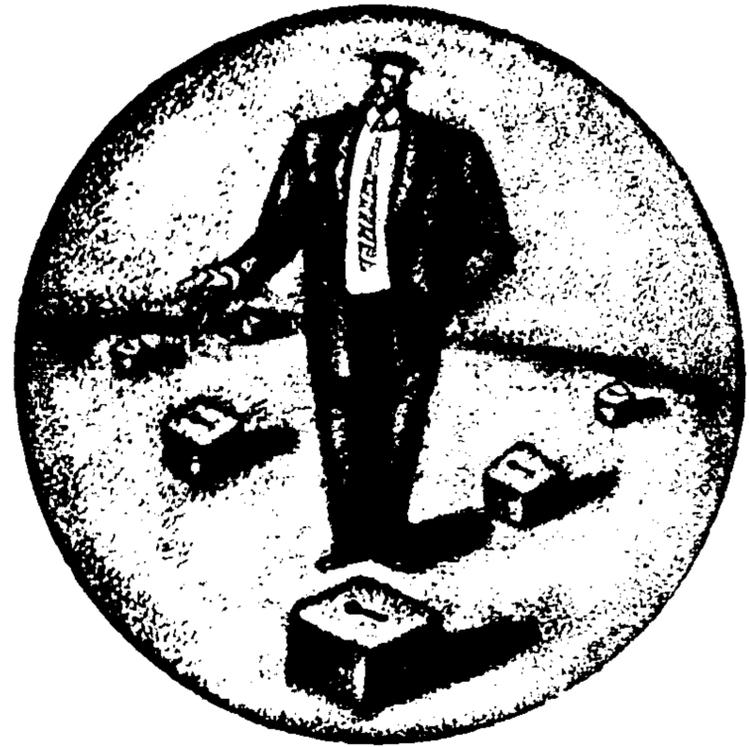
이 과정에서 우리의 사회는 철저하게 파괴되어 물질적인 기반이 거의 없어짐과 동시에 전통의 단절현상이 나타났으며 이러한 틈새를 비집고 들어온 것이 과학기술의 진보를 이룬 서양의 문물이었다. 이로 인하여 우리는 서양의 문물을 거의 맹목적으로 받아들이게 되었으며 우리의 전통적인 사고방식이나 생활양식, 과학철학 등이 서양의 과학기술이나 사고방식으로 잘 설명되지 않으면 미신이라고 내팽개치다시피 하였다. 이 결과 서양의 진보된 과학기술이 우리의 사고 체계에서 새로운 가치기준으로 자리잡게 되었다.

그러나 최근 들어 온 힘을 기울여 경제발전을 이루어야만 한다는 절박한 상황에서 어느 정도 벗어날 수 있게 됨에 따라 우리는 다시 우리 자신이 누구인가라는 정체성을 찾는 여유를 가질 수 있게 되었다. 이와 함께 우리의 전통적인 사고방식이나 생활양식, 그리고 일부 남아 있는 과학기술에 대해서도 서양의 기준으로만 이를 보고 판단할 것이 아니라는 인식이 일부 식자들 가운데서 일기 시작하였다.

우리는 옛부터 개(個)와 전(全)의 개념으로 사물을 파악하여 왔다. 개(個)는 하나의 독립되고 온전한 개체로서 존재하면서(個一) 동시에 전을 구성하는 하나의 개체로서도 작용하며, 全은 또한 個一들이 모여서 상호 유기적으로 작용하여 한 개체처럼 움직이는 것이다(全一). 마치 인체의 세포 하나하나가 하나의 독립된 개체로서의 역할을 충분히 수행하는 살아있는 존재이면서 또한 몸을 구성하는 하나의 개체로서도 기여한다는 것과 같다. 또한 사람들 개개인은 하나의 個一이면서 사람들이 모여 인류라는 全一의 집단을 이루는 것이다.

따라서 인류는 하나의 공동체라고 볼 수 있는 것이며 인류와 자연의 관계도 결국은 個와 全의 관계로 파악될 수 있는 것이다. 個와 全의 관계는 이렇게 연속적이며 全을 이루는 個는 모두 상호 연관이 없을 수 없기 때문에 이 우주가 모여 하나의 유기체로서 연결되어 있다는 결론에 이르게 된다. 최근 우리나라에서 논의되고 있는 온생명 개념이나 서양에서 제기되고 있는 가이아 이론 등은 모두 全一의 개념이 강조된 이론이라 하겠다.

서양의 환원주의는 다시 말해 상호 연관성을 무시한 個一의 개념 아래 모든 것을 분석적으로 연구하여 왔으며 이 결과 個一의, 즉 개체의 기능과 역할, 구조 등이 자세하게 파악될 수 있었으나 個와 全의 관계, 그리고 全을 구성하는 요소로서의 個와 個간의 연관성에 대한 인식이 부



족하였기 때문에 학문의 발전이 한쪽으로 치우치는 결과를 빚게 되었고 이로 인한 폐해가 지금 우리가 부딪치고 있는 문제들로 나타나게 된 것이다. 그렇다고 하여 또 다시 全一만을 강조하는 학문적 체계로 치우친다면 인간의 개체적 개성이 말살되는 연구가 진행될 수도 있을 것이다.

우리는 우리의 사상적 바탕아래 個一과 全一이 조화를 이루면서 환원주의를 극복할 수 있는 새로운 학문체계를 이루어 과학기술의 발전에 기여하여야 할 것이다. 이 과정에서 필요한 것은 기존의 과학기술이 중세시대의 종교처럼 또 하나의 도그마로 작용하는 것을 경계하면서 어떠한 방향으로든 과학기술의 발전 가능성에 대해 열린 마음으로 대한다는 자세이다. 다시 말하여 우리가 아직 제대로 알지 못하고 있는 분야에서 나타나는 현상들을 기존의 과학기술로 설명이 안된다고 하여 현상 자체까지도 부정하거나 아니면 이러한 현상들을 억지로 기존의 과학기술 체계로 끌어들이서 왜곡되게 설명하고자 시도하는 어리석음을 피해야 하지 않겠는가? 우리가 생각하고 판단하는 기준으로서 많이 의존하고 있는 현대 과학의 역사가 불과 200여년 밖에 안된다는 것을 인식하고 앞으로 수백년 후의 과학기술이 어떻게 발

전할 것인가를 상상한다면 지금의 과학기술 율 타리에 안주하면서 이 과학기술로 모든 것을 판단하고 재려고 하는 것이 어리석다는 것을 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

농업을 포함하여 과학기술 전반에 걸친 발전과 변화가 단순히 사회적으로 살기 좋은 세상이 된다는 선에서 멈추는 것이 아니라 우리 사회 전반에 걸쳐 변화를 몰고 오게 되리라는 것을 쉽게 예측할 수 있다. 정치체제, 경제원리, 교육 등이 경쟁에서 협동으로, 그리고 자율의 방향으로 변할 것이다. 이미 이러한 조짐은 전세계적으로 나타나고 있다. 우리는 실로 새로운 과학기술의 패러다임 전환기를 맞이하고 있는 것이다. 대부분이 알고 있는 정보 통신의 혁명을 통한 사회의 변화 이상으로 가치관과 세계관 등의 변화를 수

반하는 거대한 혁명이 일어나고 있는 것이다.

우리는 밤하늘에 펼쳐진 별들을 바라보면서 우주선 지구호를 타고 우주여행을 하고 있는 우리들 자신이 이 우주에 대해서, 그리고 자연에 대해서 아직도 모르는 것이 너무나 많다는 것을 겸허하게 인정하고 우리의 알팍한 지식으로 우주를 재려고 하는 어리석음에 빠지지 말고 열린 마음으로 우리 지식의 영역 밖을 더욱 진지하게 탐구하여야 할 것이다. 그리하여 서양의 과학기술계에서 일고 있는 사고체계의 전환을 빠른 시간 안에 소화 흡수하고 이를 우리의 사상적 바탕 아래 더욱 발전시켜 후세의 사가들에 의해 혁명기로 기록될 정도의 급격한 변화에 대응하면서 인류의 번영에 기여할 수 있어야 할 것이다. □

참 고 문 헌

- [1] 프리초프 카프라, “새로운 과학과 문명의 전환”, 이성범, 구윤서 옮김, 범양사 출판부 (1985)
- [2] 게리 주커브, “춤추는 물리”, 김영덕 옮김, 범양사 출판부 (1981)
- [3] 에리히 얀치, “자기조직하는 우주” 홍동선 옮김, 범양사 출판부 (1981)
- [4] 김재희 엮음, “신과학 산책”, 김영사 (1994)
- [5] “참전계경”, 방건웅 외 같이 옮김 (1991)
- [6] “환단고기”, 방건웅 옮김 (1993)
- [7] 허먼 메이너드, 수전 머턴스, “제 4 물결”, 한영환 옮김, 한국경제신문사 (1993)
- [8] 일리아 프리고진, 이사벨 스텐저스, “혼돈으로부터의 질서”, 신국조 옮김, 고려원미디어 (1993)
- [9] 라이얼 왓슨, “초자연”, 박문재 옮김, 인간사 (1992)
- [10] 메릴린 퍼거슨, “뉴에이지 혁명”, 김용주 옮김, 정신세계사 (1994)
- [11] 히가 데루오, “미생물의 농업이용과 환경보전”, 이경휘 옮김, 형설출판사 (1992)
- [12] 시게미 사사키, “氣의 정체”, 이길환 옮김, 동화문화사 (1992)
- [13] 로버트 벡커 외, “생명과 전기”, 공동철 옮김, 정신세계사 (1994)
- [14] 피터 톰킨스, 크리스토퍼 버드, “식물의 정신세계”, 황금용, 황정민 같이 옮김, 정신세계사 (1992)
- [15] 이상명, “氣과학”, 대광출판사 (1994)
- [16] 유아사 야스오 편, “氣와 인간과학”, 손병규 옮김, 여강출판사 (1992)
- [17] 제임스 러브록, “가이아”, 김기협 옮김, 동아출판사 (1995)
- [18] 기타 전문 분야별로 다수의 관련자료들을 참고 하였음.