

제 1차년도
최종 보고서

1) 620.198

2) 664.02

L 2930

V.1

19605108

麥飯石/加工製品의 食品貯藏·加工活用을 위한
基礎調查研究

A Study on the Functional Properties of Quartz Porphyry
for its Utilization in Food Processing and Storage

탈취

研究機關

韓國食品開發研究院

農林水産部

제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “맥반석 가공제품의 식품 저장·가공 활용을 위한
기초조사연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1995. 12.

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 강 수 기

연구 원 : 허 우 덕

하 재 호

신 등 빈

황 진 봉

구 민 선

양 미 옥

최 태 동

장 종 근

박 성 훈

협동연구기관명 : 화 성 한 과

협동연구책임자 : 강 석 찬

여 백

요 약 문

I. 제 목

맥반석 가공제품의 식품 저장·가공 활용을 위한 기초조사연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

맥반석은 탈취, 흡착 및 여과, 생리활성 등의 효능을 갖고 있는 것으로 널리 알려져 있으나 현재 우리나라에서 이러한 맥반석의 기능에 관한 과학적인 구명은 전혀 이루어지지 않은 실정이다.

본 연구는 맥반석의 흡착·여과, 생리활성, 탈취 등의 효능을 과학적으로 구명함으로써 식품산업에의 활용 가능성을 판단하고, 맥반석의 국내부존실태와 관련 제품의 시장 실태를 파악하여 맥반석의 산업적 이용도를 제고시킴으로써 사장되어 있는 국내 맥반석 자원의 이용도 제고 가능성을 검토하는데 주목적이 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 맥반석의 국내 부존 실태와 국내외 맥반석 시장을 분석하여 전반적인 맥반석 산업을 파악하고, 현재 알려져 있는 맥반석의 여러 가지 기능 중 특히 식품과 관련된 기능을 실험 분석을 통하여 과학적으로 구명함으로써 맥반석의 식품산업 활용 가능성을 검토하였다. 그 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

○ 맥반석산업의 현황 분석

- 맥반석의 부존실태 파악

- 국내의 맥반석 시장 현황 파악
- 맥반석 기능의 과학적 구명
 - 흡착·여과 기능, 생리활성기능, 탈취기능
 - 미네랄용출 기능, pH변화 효과, 콜레스테롤변화 효과, BOD변화 효과, 식물의 생육에 미치는 효과, 탈색기능
- 맥반석의 식품산업 활용방향
 - 맥반석 제품 개발방향
 - 앞으로의 연구과제

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

- 우리나라의 맥반석 주요 분포지역은 경남북과 전남북 지역이며, 분포면적은 전국적으로 5,615km²에 달하였다.
- 국내에서 맥반석은 건강용품 제조원료, 사우나 및 찜질방, 정수기필터, 화장품 등으로 활용되고 있다.
- 맥반석 원석은 2개업체에서 1994년 현재 연간 2만여톤을 생산하여 약 47억원의 매출 실적을 올리고 있으며, 맥반석 정수기, 건강용품 등 맥반석 제품의 시장규모는 약 760억원으로 조사되었다.
- 일본에서 맥반석은 우리나라보다 훨씬 다양하게 가공되어 고부가가치 상품의 제조에 이용되고 있으며 맥반석에 관한 연구도 상당히 이루어지고 있는 것으로 조사되었다.
- 맥반석의 흡착·여과기능과 미네랄 용출기능은 우수하고, pH변화 효과와 BOD감소 효과 등이 있는 것으로 분석되었으며, 반면에 생리활성기능과 탈취기능, 콜레스테롤변화 효과, 식물의 성장에 미치는 효과, 탈색효과

등은 매우 미약한 것으로 나타났다.

- 결론적으로 맥반석은 가공식품의 안전성 제고 및 품질향상을 위한 식품 가공용 정수시스템, 오폐수 처리시스템의 제품화에 응용가능성이 가장 큰 것으로 판단된다.
- 이와 같은 정수 및 오폐수 처리시스템을 식품가공산업에 활용할 수 있도록 경제적 타당성이 있는 제품화를 위한 연구개발이 앞으로 이루어져야 할 주요 과제이며 이에 대한 정책적인 지원이 요청된다.
- 본 연구에서는 시료 구입여건과 시간적인 제약상 국내 맥반석 시료를 전남 완도의 노화도산 하나에 국한했으나 맥반석의 품질은 산지에 따라 다소 차이가 있으므로 앞으로 국내 여러 지역에서 시료를 채취하여 산지별 맥반석의 기능을 비교 분석하는 일이 부차적인 연구과제로 남아있다.

여 백

SUMMARY

I. Title

A Study on the Functional Properties of Quartz Porphyry for its Utilization in Food Processing and Storage

II. Objectives

The main objectives of this study are as follows

- 1) to investigate the functional properties of Quartz Porphyry
- 2) to survey the market situation of Quartz Porphyry

III. Contents and Scope

The Contents and Scope of this study are as follows

- 1) Market Situation of Quartz Porphyry
 - Domestic endowment of Quartz Porphyry
 - Domestic market of the products
 - Japanese market of the products
- 2) Functional Properties of Quartz Porphyry
 - Absorbing and filtering function, biology activation function, deodorization function
 - Generating function of minerals, rising effect of pH, reduction effects of cholesterol and BOD, growth promoting effect of

plants

3) Utilization of Quartz Porphyry in Food Industry

- Identification of product development direction
- Research issues to be addressed

IV. Results and Recommendations

The main points of this study and recommendations are as follows

- 1) The Quartz Porphyry is mainly deposited in Kyungnam, Kyungbuk, Chonnam, Chonbuk provinces, and the deposit area is estimated to be 5,615km² on national scale.
- 2) The Quartz Porphyry is utilized to health apparatus, sauna, *Zzimzilbang*(a kind of Korean sauna), filter of water purifier, cosmetics. And the production of Quartz Porphyry in 1994 was equal to about twenty thousand M/T from both of two companies, with product value of 4.7billion won. The market size of Quartz Porphyry products like water purifier, health apparatus, etc. has been estimated as about 76billion won for 1994.
- 3) Quartz Porphyry products are more various and the study on Quartz Porphyry has much advanced in Japan.
- 4) The Quartz Porphyry has good absorbing and filtering function of hazardous articles and generating function of minerals. Also, it has rising effect of pH and reduction effect of BOD. But it has

barely biology activation function, deodorization function, elimination function of color, decrease effect of cholesterol, and growth promoting effect of plants.

- 5) As a result, Quartz Porphyry can be used for input water cleaning system and waste water treatment system in food processing industry. Therefore, it is necessary to develop input water system and waste water treatment system using Quartz Porphyry, and government is advised to consider this project

여 백

CONTENTS

I . Introduction	17
1. Problem Statement	17
2. Objectives	18
3. Scope and Contents	18
4. Methodology	19
II . Market Situation of Quartz Porphyry Products	21
1. Domestic Endowment of Quartz Porphyry	21
2. Domestic Market of the Products	26
3. Japanese Market of the Products	31
III . Functional Properties of Quartz Porphyry	37
1. Statement of Art	37
2. Materials and Method	40
3. Results and Discussion	47
4. Summary	74

IV. Utilization of Quartz Porphyry in Food Industry 76

 1. Implication of the Results 76

 2. Suggestions for product development directions 78

 3. Research issues to be addressed 85

V. Summary and Conclusions 87

References 90

目 次

第1章 序 論	17
第1節 研究의 必要性	17
第2節 研究의 目的	18
第3節 研究의 内容 및 範圍	18
第4節 研究方法	19
第2章 麥飯石 産業 現況	21
第1節 麥飯石의 國內 賦存實態	21
第2節 國內 麥飯石 市場의 現況	26
第3節 海外 麥飯石 製品市場의 現況 (日本)	31
第3章 麥飯石의 機能分析	37
第1節 先行研究의 檢討	37
第2節 材料 및 方法	40
第3節 結果 및 考察	47
第4節 分析結果 要約	74
第4章 麥飯石의 食品産業 活用	76
第1節 分析結果의 意味	76
第2節 製品開發 方向	78
第3節 研究課題	85
第5章 要約 및 結論	87
참고문헌	90

表 目 次

표 2-1. 우리 나라의 맥반석 분포 지역	24
표 2-2. 국내 맥반석 제품의 종류 및 용도	27
표 2-3. 우리 나라의 주요 맥반석 제조원	29
표 2-4. 일본의 맥반석 제품 및 용도	31
표 2-5. 일본의 맥반석 제조원	33
표 3-1. Elementary analysis of sample used	39
표 3-2. Working conditions for mineral analysis by ICP-AES	41
표 3-3. Working conditions for flavor analysis by GC	44
표 3-4. Working conditions for cholesterol analysis by GC	46
표 3-5. Change of mixed heavy metal solution by the time course	58
표 3-6. Removal of flavor component from several samples	61
표 3-7. Composition of minerals extracted from sample agitated 3 hours at 180rpm in shaker	68
표 3-8. Change of pH in grape juice by added Quartz Porphyry	70
표 3-9. Change of cholesterol value treated several conditions	70
표 3-10. Change of biochemical oxygen demand by treated several methods with waste water	72
표 3-11. Effect of decolorization in grape juice from the Quartz Porphyry concentration	73

표 4-1. 식품가공용수 형태	80
표 4-2. 식품가공용수의 주된 용도	81
표 4-3. 식품가공용수의 정수처리 여부	81
표 4-4. 오폐수 처리시설 유무	82
표 4-5. 오폐수 처리시설 가동 여부	83
표 4-7. 맥반석을 이용한 오폐수처리시스템 도입 의향	83
표 4-6. 맥반석을 이용한 정수처리시스템 도입 의향	84

圖 目 次

그림 2-1. 우리나라의 맥반석 분포도	25
그림 2-2. 일본의 맥반석 제조과정	33
그림 3-1. Effect of Pb elimination by the Quartz Porphyry concentration	48
그림 3-2. Effect of Cd elimination by the Quartz Porphyry concentration	49
그림 3-3. Effect of As elimination by the Quartz Porphyry concentration	50
그림 3-4. Effect of Cu elimination by the Quartz Porphyry concentration	51
그림 3-5. Effect of Pb elimination by the time course	53
그림 3-6. Effect of Cd elimination by the time course	54
그림 3-7. Effect of As elimination by the time course	55
그림 3-8. Effect of Cu elimination by the time course	56
그림 3-9. 맥반석의 원적외선 방사	59
그림 3-10. Chromatogram of flavor component by untreated sample	62
그림 3-11. Chromatogram of flavor component by Granite powder	63
그림 3-12. Chromatogram of flavor component by Quartz Porphyry of Korea	64
그림 3-13. Chromatogram of flavor component by Quartz Porphyry of Japan	65
그림 3-14. Chromatogram of flavor component by Activated Carbon	66

第 1 章 序 論

第 1 節 研究의 必要性

맥반석(麥飯石)은 그 동안 냄새를 제거하는 탈취 기능, 물의 오염 물질을 거르는 흡착·여과기능, 인체에 유익한 미네랄을 용출하는 용출기능, 가열시 인체에 유익한 원적외선을 발산하는 생리활성기능, 그리고 과채류의 신선도를 유지하는 선도 보전기능이 우수한 것으로 알려져왔다.

소득 수준이 증가함에 따라 소비자의 선호가 건강지향화 하면서 이같이 전해지고 있는 속설을 토대로 맥반석 정수기, 맥반석 사우나 및 찜질방 등 맥반석을 이용한 많은 제품이 개발·시판되고 있다.

그리고 이와 같은 속설이 사실이라면 맥반석 제품을 이용하여 최근에 들어와 심각해지고 있는 환경오염을 제거 내지 완화시킬 수 있으며, 특히 농업 및 식품 가공 부문에서 오폐수의 정화, 식품보관시 신선도 제고, 저장 기간 연장, 식수 및 식품 가공 용수의 정화 등 농업 생산, 가공식품의 제조 및 유통 과정에 활용함으로써 농업 및 식품가공산업의 과제로 제기되고 있는 품질 향상과 부가가치 제고, 그리고 소비자의 만족도 향상에 큰 기여가 있을 것으로 판단된다.

그러나 알려져 있는 맥반석의 효능은 과학적으로 입증되지 않은 채 단지 전해지고 있는 속설에 근거를 두고 있어 맥반석 제품을 이용하는 소비자를 보호하고 맥반석을 이용한 가공 제품의 올바른 개발 및 이용 확대를 위해서는 전해지고 있는 속설이 과학적으로 타당한지 여부가 규명되어야 할 필요성이 대두되고 있다.

또한 정수기 등 맥반석을 이용한 가공 제품의 시장이 확대되면서 맥반석 제품의 국내 생산 현황과 국내외 시장에 대해 아직 정확히 파악된 바가 없으며, 맥반

석의 국내 부존 실태에 대한 자료도 정확히 파악되어 있지 않은 실정이다.

따라서 사장되어 있는 맥반석 자원의 활용과 관련 제품의 개발을 위해서는 우리 나라에서 생산되고 있는 맥반석의 기능성에 대한 구멍이 우선적으로 필요하며 아울러 국내 맥반석 부존 실태와 제품의 시장 현황을 파악하여 맥반석의 산업적 이용 가능성에 대한 검토가 요청된다.

또한 사회적 측면에서 맥반석이 식품의 저장성, 신선도, 식미 등의 제고에 이용되면 버려지는 식품으로 인한 사회적 낭비가 줄어들고, 가공식품의 품질 향상으로 소비자의 만족도가 높아져 식생활의 향상을 도모할 수 있기 때문에 맥반석의 기능성 구멍과 경제성 분석의 필요성이 제기된다.

第 2 節 研究의 目的

본 연구는 일반적으로 알려져 있는 맥반석의 탈취(脫臭)기능, 오염 물질 흡착(吸着)기능, 생리활성(生理活性)기능, 선도유지(鮮度維持)기능 등 맥반석의 제기능이 존재하는지 여부를 과학적으로 구멍하고, 맥반석의 국내 부존 실태와 맥반석 제품의 시장 실태를 파악하여 맥반석의 산업적 이용 가능성을 타진하고, 사장되어 있는 국내 맥반석 자원의 이용도를 제고시키기 위한 활용 방안을 강구하는데 그 목적이 있다.

第 3 節 研究의 內容 및 範圍

본 연구는 크게 맥반석 기능성의 과학적 구멍과 맥반석을 이용한 제품의 산업

현황 분석으로 이루어져 있다.

맥반석의 기능성의 과학적 구명은 민간인에게 알려져 있는 속설의 과학적 진실성 여부를 검토하는데 일차적인 목적이 있으므로 본 연구에서는 속설에서 알려진 맥반석의 생리활성기능, 탈취기능, 유해물질 제거기능을 중심으로 맥반석의 기능성을 과학적으로 구명하며 아울러 이같은 기능의 식품의 저장·가공에의 응용 가능성을 파악하였다.

한편 맥반석을 이용한 제품의 산업화에 대한 타당성 검토는 원료의 부존 실태, 현재 맥반석 가공 제품 시장의 실태, 과학적으로 입증된 맥반석의 기능을 이용하여 개발 가능한 가공 제품의 시장에 대한 전망을 통해서 가능하다. 따라서 본 연구에서는 먼저 맥반석의 국내 부존 실태를 살펴보고, 현재 생산되고 있는 맥반석 제품의 생산 및 소비 현황, 해외(일본)의 맥반석 시장 실태 등을 살펴본 후에 과학적으로 구명된 맥반석의 기능을 이용하여 개발할 수 있는 제품과 그 시장 전망을 살펴보았다.

第 4 節 研究方法

한국동력자원연구소에서 발간한 지질도를 분석하여 맥반석의 분포 지역과 분포 면적을 파악하였으며, 국내 산업 현황은 맥반석 제품을 생산·판매하는 업체를 직접 방문하여 면접 조사를 하였고, 일본의 맥반석 산업의 현황은 일본 현지 출장을 통하여 면접, 청취 조사를 실시하였다.

맥반석의 흡착·여과 기능은 Pb, Cd, Cu, As 등의 제거 효과를 분석하였으며, 생리활성기능은 원적외선의 방사량을 분석하였고, 탈취 기능은 김치의 향기 성분 탈취 효과를 분석하였다.

그 밖에 맥반석에서 용출되는 무기질을 측정하여 미네랄 용출기능을 분석하였

으며, 포도주스를 이용하여 pH변화를 분석하였고, 삶은 계란을 이용하여 콜레스테롤의 변화를 분석하였다. 그리고 폐수를 이용하여 BOD변화를 측정하였으며, 콩나물 콩의 생육 성장을 관찰 실험을 통하여 식물의 생장에 미치는 효과를 분석하였다. 마지막으로 탈색 효과는 포도주스를 이용하여 탈색 정도를 색도계 (Hunter Spectrocolorimeter, Color Quest II)로 측정하였다.

第 2 章 麥飯石 産業 現況

第 1 節 麥飯石의 國內 賦存實態

1. 맥반석의 정의

가. 맥반석의 정의와 특징

맥반석의 국내 부존 실태 파악에 앞서 맥반석은 어떻게 생성되었으며 그 특징은 무엇인가에 대해 먼저 알아보기로 한다.

맥반석은, 火成岩類중의 石英斑岩¹⁾에 속하는 암석으로서, 알칼리長石과 石英을 주성분으로 하고 있으며 구성 물질 및 외관상으로 화강반암과 매우 유사한 암석이다. 맥반석의 외관은, 옅은 황록색 또는 담회색의 石基 속에 흰 장석의 斑晶과 회색을 띠는 석영의 결정이 흩어져 있어서 그 명칭과 같이 보리밥과 유사한 외관을 띠고 있다.

이러한 맥반석의 成因에 대해서는 아직 국내에서 연구 실적이 전무하나 일본에서의 연구 결과에 의하면 중생대 말기부터 신생대 초기(약 7,000만년 전 ~ 5,000만년 전)에 걸쳐 분출 또는 貫入한 화성암일 것이라고 추측되고 있다.

맥반석을 325mesh²⁾ 이하의 미분말로 하여 그 한 알갱이를 추출, 전자현미경으로 관찰하면, 산호초나 해면과 같이 매우 多孔性이라는 것을 알 수 있다. 이 다공성이라는 성질은 맥반석이 갖는 「미네랄용출」, 「물리적 및 화학적 활성흡착작용」, 「이온교환」 등과 깊은 관계가 있다고 한다.

1) 石英斑岩 : 斑狀組織을 가지며 석영과 알칼리長石과의 斑晶質로서 약간 粗粒한 石基로 이루어짐. 石基는 주로 석영, 알칼리 장석, 黑雲母등임.

2) 325mesh : 0.043mm둘레의 점, 또는 그것을 빠져나갈 수 있는 입자의 크기. 1mesh란 26mm의 점을 말함.

나. 맥반석의 역사

맥반석이 한방약으로 이용된 것은 중국이 시초이다. 천연 약의 전문서인 『本草書』는 『新農本草經』이 嚆矢이지만, 맥반석이 처음으로 채록된 것은 1061년의 『本草圖經』 21권이라고 한다. 이후 한국, 중국, 대만, 일본의 문헌에 맥반석의 이름이 발견되고 있다. 우리 나라는 『東醫寶鑑』에 맥반석에 대한 기록이 발견되고 있다.

맥반석은 약석으로서 「皮膚病, 종기, 부스럼, 진통, 상처의 치유」에 효과가 있는 것으로 각 문헌에 기록되어 있다.

『본초도경』이 간행된 1061년은 대략 934년 전이다. 이때 이미 石藥으로서 문헌에 기재되어 있었다는 것은 그 이전에 경험약으로서 적어도 1000년 내지 2000년의 역사적인 경험이 있었다고 보는 것이 경험약 성립에 대한 한방문헌적 관점에서 볼 때 타당할 것이다. 따라서 맥반석이 약석으로서 인간에게 이용되기 시작한 것은 지금으로부터 최소한 2000년 이상의 경과가 있었다고 추정된다.

2. 맥반석의 국내 부존 실태

맥반석은 현재 법정 광물이 아니므로 정부 공인 통계가 없으며 부존 실태에 대한 선행 연구도 전무한 실정이다. 전문가의 자문에 따르면, 맥반석은 광물이 아니라 석물이므로 부존량을 현장 채석탐사 이외의 방식으로는 정밀하게 파악하는 기술이 없다고 한다.

따라서 현장 채석탐사 방법에 의해 맥반석의 국내 부존 실태를 파악하는 것은 많은 비용과 전문인력 및 시간이 소요되는 대규모의 지질학적 탐사가 필요한 바, 본 연구에서는 지질학 전문가들의 자문에 따라 한국자원연구소에서 제공한 지질도 분석에 의존하였다.

분석 결과, 우리나라의 맥반석 분포지역은 주로 경상남·북도 내륙의 도 경계지역에 밀집해 있고, 부산에서 해남에 이르는 해안 및 도서 지역에도 널리 분포되어

있으며, 이들 지역의 총 면적은 $5,615\text{km}^2$ 에 달한다(<표 2-1>, <그림 2-1> 참조).

가. 분포지역

맥반석의 주요 분포지역을 보면, 우선 경상남도의 밀양, 양산, 창원, 마산, 김해, 의창 등지와 경상북도의 달성, 경산, 경주, 청도, 청송, 영일, 영천 등을 중심으로 한 경상남북도 내륙의 도 경계지역과 일부 해안선을 따라서 분포지역이 형성되어 있고, 전라남도의 순천, 광양, 여천, 여수, 나주, 화순 등지와 전라북도의 부안, 순창, 임실, 완주 등지를 중심으로 전라도의 경우는 일부 내륙과 해안 및 도서지역에 분포지역이 형성되어 있다.

나. 분포면적 및 매장량

우리 나라의 맥반석 분포 면적은 총 $5,615\text{km}^2$ 에 달하고 있다. 지역별 분포면적을 보면, 경상남도가 $2,081\text{km}^2$ 로 가장 많은 분포 면적을 나타내고 있으며 그 다음으로 경상북도 $1,480\text{km}^2$, 전라남도 $1,442\text{km}^2$, 전라북도가 558km^2 로 나타나고 있다. 이들 지역에 매장되어 있는 맥반석의 부존량을 파악하기 위해서는 맥반석 분포 지역에 대한 전국 규모의 시추작업을 필요로 하고 있는바 이러한 방식은 본 연구의 인력, 예산상의 제약을 감안할 때 불가능하며 현재의 연구단계에서는 이는 별로 의미가 적다. 다만, 현재 맥반석이 생산되고 있는 지역의 추정 매장량을 통해 우리 나라 전체의 맥반석 매장량의 규모를 파악하는 것이 최선의 방법이 되고 있다.

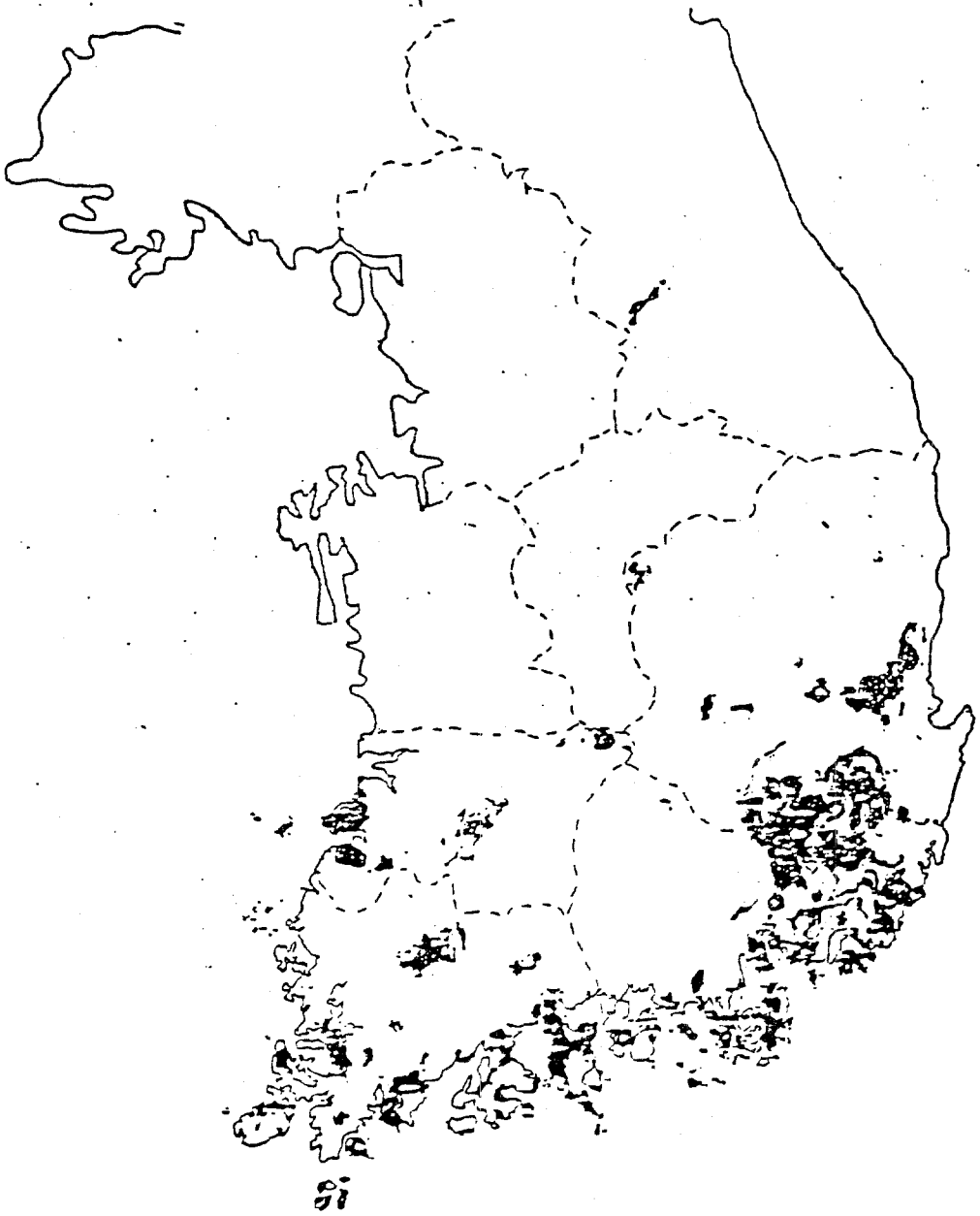
현재 맥반석을 채석하여 상품화하고 있는 전남 완도군과 충북 증원군의 경우, 현지 업체의 주장에 의하면, 추정 매장량이 각각 120만톤과 200만톤을 상회한다고 한다. 이들 2개 광산에 매장되어 있는 맥반석을 현재의 가격으로 환산하면 2조 8,600억원에 달하며, 1994년의 채석량을 기준으로 할 때 앞으로 160년간 공급할 수 있는 양에 해당한다. 따라서 현재 개발되어 있지 않은 여타 맥반석 분포지

표 2-1. 우리 나라의 맥반석 분포 지역

단위 : km²

지	역	면적	소계
경상북도	달성	960	1,490
	청송	376	
	군위	60	
	금릉	46	
	상주	36	
	거창	9	
	봉화	3	
	울진, 영덕		
경상남도	밀양	640	2,091
	부산	473	
	창원	363	
	충무	228	
	거제	176	
	삼천포	125	
	울산	68	
	함안	18	
전라북도	부안	205	559
	순창	143	
	고창	133	
	무주	78	
전라남도	순천	434	1,422
	광주	217	
	강진	205	
	영암	178	
	고흥	133	
	해남	116	
	완도	98	
	승주	34	
신안	7		
기타지역	강원도 홍천, 횡성	49	53
	충청북도 영동	4	
합계		5,615	

그림 2-1. 우리 나라의 맥반석 분포도



역의 매장량까지 고려한다면 국내 맥반석 매장량은 상당한 규모에 달할 것으로 추정된다.

第 2 節 國內 麥飯石 市場의 現況

1. 맥반석의 활용 분야

국내 맥반석은 파쇄원석, 원석 연마제품 및 분말로 가공되어 건강용품, 사우나 및 찜질방용 시설재, 고급 건축자재, 정수기 투입재 등으로 활용되고 있다. 1994년말 현재 맥반석의 연간 시장 규모(원석 기준)는 약 20,000톤에 47억원 규모이다.

2. 맥반석 제품 시장 실태

맥반석 제품의 종류는 1차 가공품으로서 파쇄원석, 맥반석 분말, 원석 판재, 돌방석, 목욕좌대 등이 있으며, 2차가공품으로는 맥반석 정수기, 맥반석 벨트, 베개, 관절밴드, 안대, 양말, 맥반석 비누 등이 있다(<표 2-2> 참조). 주요 맥반석 제품의 시장 실태는 다음과 같다.

가. 맥반석 건강용품

현재 맥반석 건강용품을 생산·판매하고 있는 업체는 W업체가 유일하다. W업체는 지금으로부터 약 3년 전에 맥반석 광맥을 발견하고 이의 활용 방안을 모색하던 끝에 맥반석 건강용품을 개발하여, 현재 직영하고 있는 맥반석 사우나 및 맥반석 제품 매장을 방문하는 국내외 관광객을 대상으로 맥반석 건강제품을 판매하고 있다. 맥반석 건강용품의 시장규모는 1994년 2억3천만원, 1995년 4억5천만원이며 매년 증가 추세에 있는 것으로 조사되었다.

나. 맥반석 정수기

정수기는 직결식, 역삼투압식, 자연여과식으로 분류되는데, 맥반석 정수기는 자연여과식 정수기에 속한다. 1995년 6월 현재, 맥반석을 이용한 정수기의 주요 생산 업체는 K업체, S업체 등이 있으며, 그밖에 정수기 시장의 호·불황에 따라 1~2개의 소규모 업체가 설립되었다가 단기간에 폐업하는 실정에 있다. 맥반석 정수기의 시장 규모는 1994년 약 760억원(수출 350억원), 1995년 약 1,080억원(수출 530억원)으로 추정된다. 최근 생수시판의 허용, 인접한 약수터의 이용 증가, 역삼투압식 정수기의 공세에도 불구하고 맥반석 정수기의 시장 규모는 안정적인 성장 추세를 나타내고 있다.

다. 맥반석 사우나

현재 전국 주요 도시의 맥반석 사우나는 대부분 W업체에서 시설 자재를 구입한 것이다. 사우나 시설이 다수 밀집해 있는 지역에서는 일반 사우나에 비해 맥반석 사우나가 선호되고 있다. 업계의 주장에 의하면, 맥반석 사우나는 맥반석의

표 2-2. 국내 맥반석 제품의 종류 및 용도

제 품 종 류	용 도
- 파쇄원석 (지름 15 ~ 600mm)	- 수족관, 분재·원예, 건축, 정수기, 대형물탱크
- 맥반석 분말 (300 ~ 500mesh)	- 화장품, 비누, 정화필터, 세안, 목욕용수 정화
- 벨트, 목걸이, 베개, 관절밴드, 안대, 양말, 돌방석, 건신구	- 건강용품
- 맥반석 세라믹판, 원석판재, 목욕좌대	- 사우나 자재, 찜질방
- 맥반석 모르타르, 맥반석자갈	- 건축(바이오 아파트)

원적외선 방사를 통한 생리활성효과를 이용한 것으로서 사우나 이용시 일반 사우나와 달리 호흡곤란 등 부작용이 없으며 건강증진 효과가 뛰어나다고 한다. 이용자들의 반응은 불치병이 완치되었다는 주장에서부터 일반 사우나와 차이가 없다는 주장에 이르기까지 매우 다양하게 나타나고 있다. 이용요금은 2,300원~5,000원 수준이다.

라. 찜질방

최근 여성을 상대로 한 찜질방이 급속히 확산되고 있는데, 이 찜질방에도 일부 맥반석이 이용되고 있다. 「심봤다」 찜질방의 경우 맥반석과 다른 「힘돌」이라고 주장하고 있으며, 「맥반석·옥석」 찜질방에서는 맥반석을 이용하고 있다. 찜질방의 주된 이용 계층은 중년 이상의 여성, 임산부 등이며 대부분 여성만 입장이 허용된다. 1회 입장 요금은 5,000원 이다.

마. 식품가공 관련

현재 국내에서 가정용 정수기 이외에는 식품과 관련하여 맥반석이 활용되고 있는 사례가 발견되고 있지 않다. 따라서 식품가공 및 저장과 관련된 맥반석 제품 시장은 아직 형성되어 있지 않다고 할 수 있다.

3. 맥반석 제조업체

우리 나라의 주요 맥반석 제조원은 S업체과 W업체 등 2개 업체이다(<표 2-3> 참조).

S업체는 전라남도 완도의 지하 광맥에서 맥반석을 채굴하고 있기 때문에 환경오염의 영향을 전혀 받지 않는다는 장점이 있으나, 소비지로부터 원격지에 위치하고 있고, 광맥이 지하에 위치하고 있기 때문에 생산비 상승의 요인을 안고 있다. 맥반석 분말과 파쇄원석을 생산하고 있는 S업체는, 자연여과식 정수기 제조

업체에 파쇄원석을 대부분 납품하고 있으며 일본, 인도네시아 등지에 수출 실적
이 있다.

W업체는 충북 증원군의 노천 광맥에서 맥반석을 채굴하고 있어서 소비지와와의
근접성 및 비용 면에서 상대적으로 유리한 입지에 있다. 맥반석 건강용품, 사우나
자재, 파쇄원석, 분말 등을 생산하고 있는 W업체는, 수안보의 관광시설 내에 매
장을 설치, 방문객을 대상으로 파쇄원석, 분말, 건강용품 등을 판매하고 있으며,
전국 주요 도시에 맥반석 사우나 자재 및 맥반석 건자재를 납품하고 있다.

표 2-3. 우리 나라의 주요 맥반석 제조원

제 조 원	광산소재지	제 품	연간채석량	연간매출액
S업체	전남 완도군	파쇄원석, 분말	10,000M/T	39억6천만원
W업체	충북 증원군	파쇄원석, 분말 사우나자재, 맥반석 건강용품	10,000M/T	7억7천만원

주 : 채석량과 매출액은 1994년 기준

4. 가격현황

우리 나라의 맥반석 가격은 원석의 품질 및 광산의 입지조건에 따라 1톤당 35
만원~180만원 수준이며, 맥반석 제품의 판매가격은 파쇄원석이 1kg당 5,000원~
10,000원, 분말(325mesh) 제품이 1kg당 10,000원~15,000원이다. 분말은 1톤 단위
이상을 전문 분쇄 업체에 위탁하여 제조하므로 파쇄원석보다 고가이다.

맥반석 원석의 대일수출가격은 1,670원/kg(1991,1992년, S업체) 으로서 국내가

격보다는 약 1~5배 비싸나, 일본산 맥반석에 비해서는 약 1/2 이하의 가격이다.

5. 맥반석 제품의 수요

맥반석 제품의 주요 수요처는 ① 가정(일반소비자), ② 정수기업체, ③ 대중서비스업소(사우나, 찜질방 등), ④ 건설업체 등이다. 식품과 관련된 제품이 개발되면 식품가공업체도 잠재적인 수요처가 될 것으로 사료된다.

가. 가정용 소비

현재 맥반석 제품의 가정용 소비는 휴대용 건강용품으로 한정되어 있고, 구입형태도 산지 매장 방문을 통한 것이어서 뚜렷한 수요자 계층이 형성되어 있지 않다. 따라서 맥반석 제품의 가정 수요는 판매망의 확장 및 판촉 활동의 강화, 주기적으로 소비되는 다양한 가정용품의 개발에 좌우될 것으로 전망된다.

나. 정수기 업체

환경오염으로 인한 식수의 안전성 문제의 대두 및 건강지향적 식생활 패턴의 정착에 따라 가정용 정수기의 국내외 수요가 계속 증가할 것으로 예상되며, 따라서 맥반석 정수기 생산을 위한 맥반석 수요도 지속적인 증가 추세를 나타낼 것으로 전망된다. 국내 맥반석 정수기 업체로부터의 맥반석(원석) 수요량은 1994년 약 1만톤 이상, 1995년 약 1.5만톤 이상인 것으로 조사되었다.

다. 대중서비스업 및 건축

맥반석 관련 대중서비스업(사우나, 찜질방)과 맥반석을 이용한 바이오주택의 건축은 맥반석의 생리활성기능을 이용한 것으로서 현재 성장 초기 단계에 있는 것으로 판단된다. 대중서비스업과 건축업체에서의 맥반석 이용은 서비스와 주택의 질적인 차별화를 통해 새로운 수요를 창출할 것으로 예상된다. 따라서 맥반석

의 생리활성기능이 검증된다면, 맥반석 관련 대중서비스업과 바이오주택의 건축은 우리 나라 전통의 온돌문화, 임신부 및 중노년층을 중심으로 한 건강 증진 욕구에 기초하여 향후 성장이 기대되는 분야라고 할 수 있다.

第 3 節 海外 麥飯石 製品市場의 現況 (日本)

1. 일본의 맥반석 제품 및 활용 분야

일본산 맥반석은 황백색을 띠며 지리적으로 일본열도의 중심부인 岐阜縣에서 생산되고 있다. 일본산 맥반석은 지하에서 높은 압력하에서 진행된 탄산화 작용에 의한 결정질을 포함하고 있는 것에 특징이 있으며 이것이 맥반석의 진품 여부를 가리는 기준이라고 한다.

표 2-4. 일본의 맥반석 제품 및 용도

제 품 종 류	용 도
- 파쇄원석	- 수족관, 미네랄워터제조기, 골프장용 활성수 제조기, 목욕용수 제조기(업소용, 가정용), 원예용수 제조기, 정수기
- 맥반석 분말	- 화장품, 원예, 세안·목욕용수 정화제, 피부병, 무좀, 잔디침, 노약자용 기저귀 향균제
- 성형세라믹볼	- 정수, 폐수처리
- 맥반석 티백	- 차 맛 향상, 음주후 숙취 방지
- 취반용 팩	- 취반시 투입
- 맥반석용액	- 수족관, 피부염증
- 쿠키세라믹	- 요리(탕, 튀김)

일본의 맥반석 제품은 파쇄원석, 분말, 세라믹블, 티백, 맥반석용액 등이 있으며, 활용분야는 정수기, 목욕용수제조기 등 용수 관련 고부가가치 상품의 제조에 이용되고 있으며, 맥반석 용액, 차 및 알콜음료용 티백, 취반용팩 등 다양한 가정용 맥반석 제품의 제조에도 이용되고 있다(<표 2-4> 참조).

한·일 양국의 맥반석 활용 방식을 비교해 본다면, 양국 모두 정수기의 제조에 맥반석을 활용하고 있다는 면에서 공통점이 있으나, 이외의 분야에서는 양국의 환경적, 문화적 차이에 기인하여 뚜렷한 차이점을 드러내고 있다. 우선 한국의 경우에는, 휴대용 건강용품, 사우나, 찜질방 등 생리활성기능(건강증진)을 중시한 제품의 개발이 두드러지며, 일본에서는 맥반석의 흡착·여과기능, 미네랄용출기능을 중시하여 목욕, 골프장, 수족관, 원예 등과 관련한 용수처리제품과 차, 알콜음료, 백반 등의 식미 향상을 위한 제품 개발이 두드러진다.

2. 일본의 맥반석 제조업체

일본내에서 맥반석은 켄팩토리·니시오그룹(三重縣 소재)에 의해 독점 공급되고 있으며, 德島縣과 東京에 관서 및 관동지구 총판이 있다. 맥반석(원석기준)의 연간 생산은 21,400톤에 11억엔(81억원) 규모이다(<표 2-5> 참조).

3. 가격현황

일본내 맥반석의 판매가격(공장도가격)은 파쇄원석이 1kg당 700엔(5,320원, 100엔=760원), 분말(325mesh)제품이 1kg당 350엔(2,660원)이다.

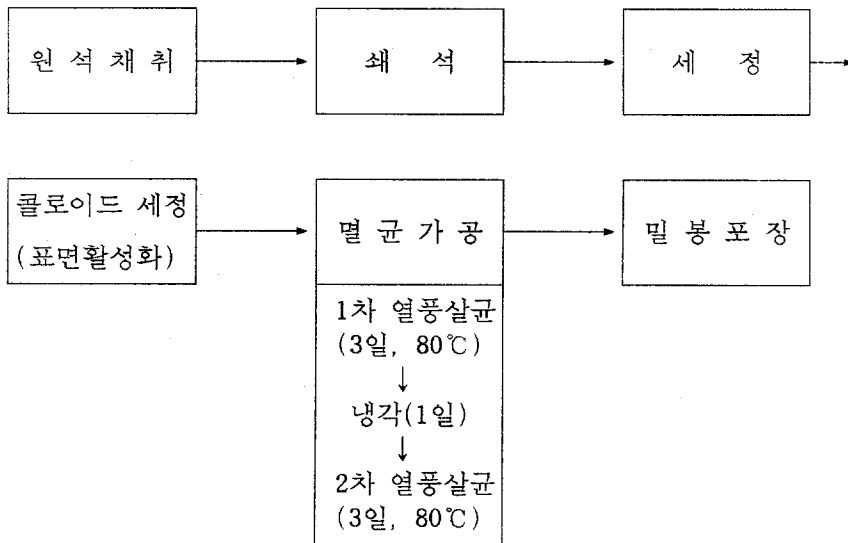
분말을 별도로 가공하는 우리 나라와는 달리, 일본의 경우 맥반석 분말의 가격이 파쇄원석보다 저렴한 것은 맥반석 분말을 별도 가공하지 않고 원석의 파쇄 및 기타 제품 제조 과정에서 부산물로 획득하기 때문이다.

표 2-5. 일본의 맥반석 제조원

제 조 원	광산소재지	제 품	연간채석량	연간매출액
J업체	日本 岐阜縣 加茂郡	파쇄원석, 분말, 세라믹볼, 취반용팩	21,400톤	10억7천만엔

- 주 : 1. 채석량과 매출액은 1994년 기준임.
 2. 채석량은 원석가격(50엔/kg)을 감안한 추정치임.
 3. 매출액은 일본 제국데이터뱅크의 B/S요약표에 의함.

그림 2-2. 일본의 맥반석 제조과정



4. 일본산 맥반석의 수요

일본에서의 맥반석에 대한 주요 수요처는 ① 가정(일반소비자), ② 정수기업체, ③ 화장품업체, ④ 용수처리시스템제조업체, ⑤ 골프장 등이다.

일반 가정용 맥반석 제품의 경우 「맥반석 용액」 이외에는 판매가 부진한 실정이다. J업체 대표의 설명에 의하면, 가정용품 판매 부진의 이유는 판촉 활동을 벌이지 않고 있기 때문이라고 한다. 가정용품의 판촉을 위해서는 다수의 매장을 운영해야 하고 고액의 광고비를 투자해야 하나 위험부담이 많아 주로 대기업을 위주로 한 원료 공급에 중점을 두고 있다.

따라서 정수기, 목욕 용수 제조기, 골프장 잔디 살포제 등의 생산을 위한 수요가 맥반석에 수요의 대부분을 차지하고 있다.

현재 일본에서는 상품의 부가가치 제고를 위해 다양한 분야(예 : 면류 및 과자류 제조, 모야시(채소류의 어린잎, 생식용)재배, 맥반석 섬유 등)에서 맥반석의 활용이 모색되고 있기 때문에 맥반석에 대한 수요 전망은 밝은 편이라 한다.

5. 일본의 맥반석 관련 연구

일본의 맥반석 관련 연구는 주로 맥반석 제조업체의 연구비 투자에 의해 대학, 연구소 등에서 일본산 맥반석의 다양한 가능성을 밝히고 맥반석 제품의 효과를 증명하기 위하여 지속적인 연구 작업이 진행되고 있다. 현재 일본에서 일본산 맥반석을 대상으로 한 관련 문헌의 주제별 주요 연구 내용은 다음과 같다.

가. 일본산 맥반석에 의한 수중 오염물질의 흡착·여과 기능

○ 맥반석 통과에 의해 수중의 트리할로메탄 및 관련 물질의 농도 감소 확인 (「麥飯石通過によるトリハロメタン及び関連物質の濃度變化」, 秋田大學醫學部廢液處理センター)

○ 맥반석 통과에 의해 수중의 COD, Cl, SO₄, NH₄ 의 농도 감소 확인 (「麥飯石

通過による残留鹽素, COD, Cl, SO₄, NH₄の濃度變化), 秋田大學醫學部廢液處理センター)

○ 맥반석 처리에 의한 수중의 농약 성분 흡착효과 분석 (石川勝美, 「麥飯石の農藥に對する吸着特性について(1)(2)(3)」, 宮崎大學農學部, 1991. 11, 12)

나. 맥반석이 수질 변화에 미치는 효과

○ 맥반석 투입수에 대해 초음파 처리 후 수질 변화 분석 및 소맥종자에 대한 초음파 처리 맥반석수의 생리적 활성효과 분석 (石川勝美 外, 「麥飯石投入水の超音波處理による水の活性化に關する研究」, 宮崎大學農學部)

○ 수도수, 증류수에 맥반석을 정치하여 수중의 미네랄 용출 및 흡착 효과 분석 (武藤一, 「靜置法による麥飯石からのミネラルの溶出について」, 秋田大學廢液處理センター, 1993. 3.)

다. 맥반석의 항균효과

○ 하천수, 우물물, 온천수에 대한 맥반석 처리를 통해 일반세균 감소 효과 확인 (武藤一, 「一般細菌等に對する麥飯石の效果(1)(2)」, 秋田大學醫學部廢液處理センター, 1992. 12.)

라. 맥반석의 축산물 생산에서의 이용

○ 사료에 맥반석 분말을 투여하여 유우의 유량증대 및 유질개선에 미치는 효과 분석 (高橋淳根 外, 「乳牛に對する麥飯石粉末の飼料添加效果」, 秋田縣立農業短期大學)

○ 사료에 맥반석 분말을 투여하여 화우의 육질개선에 미치는 효과 분석 (高橋淳根 外, 「和牛に對する麥飯石粉末の飼料添加效果」, 『臨床獸醫』第8卷8号, 1990)

다. 맥반석의 수산물 생산에서의 이용

○ 수산물 양식 사료에 맥반석을 혼합하여 양식 어류의 증체 및 육질개선에 미치는 효과 분석 (「天然無機塩類の研究 - 水産増養殖に對する應用 -」 ((有)サンダイ, 1980. 10)

○ 활어수송시 맥반석원석 및 분말의 이용법 및 활어의 신선도와 육질개선에 미치는 효과 설명 (「麥飯石の活魚輸送に對する使用法と效果」, (株)西尾)

바. 맥반석이 식물 성장에 미치는 효과

○ 맥반석 처리수가 소맥의 생육에 미치는 효과 분석 (石川勝美 外, 「夏播き用小麥種子のバーナリゼーション法 -水の活性化と生育特性-」, 宮崎大學農學部)

○ 맥반석의 이화학적 특성과 맥반석을 물에 작용시켜 용출된 미네랄의 작용기구를 활용한 활성농법 연구 (石川勝美, 「麥飯石を利用した農法の實際と效果」, 『産業と環境』, 通産省資料調査會, 1992. 7.)

○ 맥반석 처리수가 잔디의 생육에 미치는 효과 분석 (石川勝美, 「麥飯石の芝に對する生理的活性效果について(1)(2)(3)」, 宮崎大學農學部, 1991. 6, 8; 石川勝美, 「麥飯石の芝種子に對する生理的活性效果及び農藥に對する作用について」, 宮崎大學農學部 石川勝美, 1991. 4)

사. 맥반석의 질병 치료에 대한 효과

○ 맥반석이 대장종양 발생에 미치는 효과 : 종양발생율이 대조군에서는 100% 인데 반하여 맥반석군은 52.6%, 麥飯石水군은 75%으로 나타나 대조군과 비교하여 맥반석군과 맥반석수군에서 종양유발 억제효과를 확인함 (勝山新弥 外, 「Azoxymethane誘發ラット大腸腫瘍に對する麥飯石の效果」, 富山醫科藥科大學 第2外科).

第 3 章 麥飯石의 機能分析

第 1 節 先行研究의 檢討

회백색을 띠고 있는 맥반석은 옛 중국에서 발견되었으며 석영반암, 장석반암류에 속하는 반심성암으로서 외형은 백색의 반점이 조밀하게 박혀있는 것이 특징이며 오래전 부터 피부병에 약효가 있는 약석으로 신비의 돌이라 구전되어 한약재로서 사용되어 왔고 본초강목(1) 등에도 그 효능이 기록되어 있다.

맥반석에 함유된 장석은 KAlSi_3O_8 , $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, $\text{MgAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 등의 화학조성으로 그중 SiO_2 은 SiO_4 의 정사면체가 3차원의 입체구조를 갖는 규산염 광물로서 SiO_4 사면체와 AlO_4 사면체가 상호 1개씩 산소원자를 공유하여 결합한 권상구조의 결정격자를 가지고 있는 것으로 알려지고 있으며(2) 맥반석의 작용을 살펴보면, 다공성에 의한 흡착작용, 무기질의 석출작용, 수질을 조절시키는 작용, 수중의 용존산소량을 증가시키는 작용 등이 학계에 보고되어 목욕용수, 화장품용, 약용치약, 식용수, 양어장용, 탈취용, 꽃꽂이, 분재용, 외용약용(고약), 원적외선 이용 등의 용도로 사용하기 위하여 국내외에서 다각도로 진행되고 있거나 연구중에 있다(2~7).

이러한 기작은 맥반석이 갖고 있는 다공성 성질이 표면적을 크게하여 분자간 반응에 의하여 고체의 촉매표면에 흡착원자를 끌어 들여 (+)이온과 (-)이온작용에 의하여 석출된 무기질의 용출, 고체의 촉매작용에 의한, 물리적 흡착이나 화학적 흡착작용에 기인한것으로 추정되고 있다.

관련된 연구로는 진(4) 등의 맥반석의 유용성에 관한 연구로 맥반석이 중금속이온 제거능에 있어서 교환력은 방치시 보다는 교반시가 우수하며 평형에 도달

시간이 양호하다고 발표한 바 있으며, 이(5)는 쌀 조리과정중 맥반석의 Cd제거능력에 관하여 조사한 바 쌀 세척 과정 중에는 효과적인 Cd제거 작용이 있는 반면 오염된 쌀의 침적 과정에서는 Cd제거 효과가 미비하다는 발표가 있었으며, 김(6)은 맥반석을 몇가지 채소작물에 시용한 결과 발아의 경우 대조구에 비해 별다른 유의차를 발견하지는 못했으나 옥묘시에는 생육을 촉진시킨다는 보고가 있었다. 또한 이(7)는 맥반석이 유항물질의 흡착에 미치는 맥반석의 입자도 용액의 pH 및 전해질함량의 영향에 관한 연구로 용액의 pH가 증가함에 따라 유항물질인 benzyl acetate는 평형흡착량이 증가하고 phenylethyl alcohol은 감소하는 경향을 보였다는 결과가 있었으며, 김(8)은 맥반석에 의한 uranium 이온 제거에 관한 보고에서 Cu^{2+} 와 Cd^{2+} 이온교환 능력에 비해 uranium의 이온교환은 비록 미흡하다는 발표가 있었으나 오늘날 환경오염의 중요한 관심사로 부각되는 방사선물질의 하나인 uranium의 제거가능성을 제시했다.

한편, 산업체의 경우에 있어서는 선경건설 부설연구소에서 맥반석 개발 사업을 검토한 바 있으며(3), 삼중개발(주)에서도 부분적으로 맥반석의 유용성을 타진하기 위해 조사한 바 있다(9). 또한 국립보건원에서도 맥반석을 이용한 이온용출 및 대장균실험을 연구한 바 있다(10).

최근 우리나라는 1970년대 부터 산업이 급속도로 발전함에 따라 환경오염 문제가 심각해지고 식생활 패턴이 건강지향적으로 확산됨에 우리가 상용하고 있는 음료수나 식품에도 중금속의 오염이 크게 우려되어 중금속을 제거하기 위한 연구가 다각적으로 진행되고 있는 데 특히 Cd나 Pb와 같은 유해성 중금속의 중독을 식생활 측면에서 해결하고자 최(11~12) 등은 동물실험과 막투과법에 의한 녹차음료를 음용시 장내 흡수억제와 같은 생리적 효과가 있는지를 수행한 바 있다. 또한 김(13)은 영일산 bentonite의 화학적처리에 의한 흡착력개선을 위해 methylene blue흡착력을 조사했으며, 김(14) 등은 국내산 천연 zeolite광물의 활

성화와 폐수 중의 중금속 제거를 위해 Cd, Cu, Pb를 이용했으며, 김(15) 등은 천연비석의 화학처리와 흡착능을 알아 보기 위해 H₂O, C₂H₅OH, C₆H₆에 대한 흡착제로서의 가능성을 제시했다.

따라서 본 연구에서는 지금까지 부분적 또는 산발적으로 연구된 미진한 부분을 보강하는 한편 맥반석을 이용 식품보관시 신선도 제고, 저장기간 연장, 식수 및 식품가공 용수의 정화, 과채류의 신선도를 유지하는 선도 보존기능이 우수하다고 알려진 맥반석의 과학적 구명과 적합한 공업용수의 확보를 위해 공동연구 협동업체의 수질검사를 실시함은 물론 맥반석의 생리활성 기능파악과 흡착 및 여과기능 조사 그리고 탈취효과와 탈색조사도 더불어 병행하여 수행하였으므로 이에 보고서를 작성하는 바이다.

표 3-1. Elementary analysis of sample used

Item	Granite	Quartz Porphyry	
		Korea	Japan
SiO ₂	72.9	64.2	69.76
Al ₂ O ₃	12.7	14.7	14.01
Fe ₂ O ₃	2.86	7.49	1.29
CaO	2.59	3.22	2.00
MgO	0.67	2.03	3.55
K ₂ O	2.17	2.23	3.19
Na ₂ O	3.92	2.33	3.16
TiO ₂	0.35	0.89	0.30
P ₂ O	0.08	0.54	0.26
MnO	0.08	0.11	0.02

第 2 節 材料 및 方法

1. 재 료

본 연구에 사용된 한국산(노화도) 맥반석, 일본산 맥반석 그리고 대조구인 화강암은 350메쉬에 통과된 분말을 재료로 사용했으며 이들에 함유된 성분의 분석은 한국공업규격방법(16)으로 했으며 성분의 조성은 <표 3-1>과 같다.

2. 시 약

유해물질 제거효과 및 무기질 석출실험에 사용한 calcium, magnesium, sodium, potassium, iron, manganese, arsenic, cadmium, copper 및 lead 등은 Spex사 제품을, 탈취효과에 사용한 1-propen 2-thiol은 Wako chemical사, hexanal은 Aldrich chemical사, allyl sulfide는 Fluka chemical사, allyl disulfide는 Aldrich chemical사를 각각 동량으로 취해 diethyl ether에 4% 수준으로 희석한 용액을 사용하였다. 또한 본 실험에 사용한 증류수는 17M Ω 이상되는 탈이온수(NATO pure ultra system, Barnstead, U.S.A)이었으며, 기타 일반시약은 특급시약을 사용하였다.

3. 실험방법

가. 유해물질 제거효과

맥반석의 유해물질 제거효과를 살펴 보기 위하여 17M Ω 이상의 탈이온수에 경, 중금속인 Pb, Cd, As, Cu 등의 표준물질을 이용하여 각각 50ppm의 농도로 제조하였다. 이때 맥반석 및 대조구인 화강암의 농도는 1%, 3%, 5%, 7%, 10%로 하였으며 250ml 삼각플라스크 넣어 대조구와 맥반석농도에 따른 경향을 12시간 교반(180rpm, 비전과학<주>)한 후 일정량을 시험관에 취하여 3000rpm에서 원심분리

(비전과학<주>)하여 상등액을 취해 Inductively Coupled Plasma-Atomic Emmission Spectrometry(Jobin Yvon JY 38plus, France, 이하 ICP-AES로함)로 비교 검토하였다. ICP-AES의 분석조건은 <표 3-2>와 같다

표 3-2. Working conditions for mineral analysis by ICP-AES

Power	1KW for aqueous	
Nebulizer pressure	3.5 bars for meinhard type C	
Aerosol flow rate	0.3 ℓ /min	
sheath gas flow	0.3 ℓ /min	
Cooling gas	12 ℓ /min	
Wave leangth(nm)	Ca	393.366
	Mg	279.553
	Na	588.995
	K	766.490
	Fe	238.204
	Mn	257.610
	As	193.759
	Cd	214.438
	Cu	324.754
	Pb	220.353

나. 맥반석의 시간에 따른 유해물질 제거 최적화

유해물질 제거의 최적화는 제 3절 1로 부터 얻은 분석값들을 이용하였으며 24시간 교반한 후 경시적으로 각각 대조구와 맥반석의 농도에 따른 경,중금속제거율을 살펴보았으며 Pb의 경우 대조구인 화강암은 10%, 한국산 맥반석은 5%로, Cd는 각각 10%, 10%로, As는 각각 10%, 7%로 Cu는 각각 10%, 7%로 결정하였다. 또한 일본산 맥반석은 한국산 맥반석과 같은 농도로 조제하여 분석하였으며 이때 초기 경, 중금속의 농도는 각각 50ppm 용액을 제조하여 실험하였다.

다. 혼합된 유해물질의 제거

산업체에서 배출되는 폐수는 단일 성분으로 이루어진 중금속 물질뿐만 아니라 여러가지 성분이 혼합된 폐수도 방출이 가능하므로 따라서 혼합된 유해중금속 성분을 인공적으로 제조하여 분석하였다. 즉, 탈이온수에 Pb, Cd, As, Cu 등의 표준용액을 첨가하여 각 농도가 50ppm 되게 한다음, 제 3절 2에서 최적화된 자료를 이용, 동일한 방법으로 처리하여 혼합된 중금속용액에서 시간에 따른 유해물질 제거경향을 관찰하였다.

라. 생리활성기능

생체활동을 촉진시키는 원적외선은 태양광선으로부터 방사되는 파장 $0.76\mu\text{m}$ - $1,000\mu\text{m}$ 에 속하는 빛이다. 이 중에서 $5.6\mu\text{m}$ - $1,000\mu\text{m}$ 사이에 속하는 파장의 원적외선은 물체를 구성하고 있는 분자를 진동시켜 생체활동을 촉진하게 되며 그 중에서도 특히 $5.6\mu\text{m}$ - $15\mu\text{m}$ 사이의 파장대에 있는 빛이 인간생활에 가장 유익한 파장으로 복사와 침투력에 의해 말초모세혈관운동 등을 강화함으로써, 혈액순환을 촉진하고 공명흡수작용에 의해 물질의 분자운동이 활성화되어 인체를 구성하고 있는 모든 물질의 합성 등을 강화시키고 활성은 증강시킴으로써 효소계와 호르몬, 생리활성물질의 작용에 상당한 영향을 끼쳐 신진대사를 촉진하는 것으로 알려지고 있다.

원적외선 방사기작을 살펴 보면 물질은 온도가 상승하면 구성하고 있는 분자 또는 원자가 여기상태가 된다. 이러한 여기상태는 불완전한 상태로써, 분자나 원자는 에너지를 방출시켜 안정한 상태로 되려고 하며, 이때 방출되는 에너지는 전자과의 형태로써 방출되고, 이러한 현상을 열방사라고 한다.

고체는 분자의 집단이며, 여기에 의하여 속박된 원자단은 하나 이상의 축을 중심으로 회전하고 있으며(분자의 회전운동), 분자내의 원자는 서로 진동하고 있으며(분자진동), 구성된 격자도 진동하고 있다(격자진동). 이 회전운동, 분자진동 및 격자진동에 의하여 쌍극자 능률이 변화하는 경우에는 전자파가 방사된다. 따라서 열방사에 의한 원적외방사는 전자전이, 회전운동 및 분자진동에 의한 전자방사의 힘으로써 발생하며, 주로 회전운동, 분자진동 및 격자진동에 의한 쌍극과 능률변화에 의한다. 맥반석의 원적외선 방사를 측정하기 위한 분석조건은 다음과 같다.

측정기기는 Fourier Transform Interferometric Spectrometer(model FTS-40, Biorad, U.S.A., FT-IR)이였으며 측정범위는 2300-300cm⁻¹이고 분해능은 16cm⁻¹, Scans 16, 검출기는 MCT, 표면온도는 60℃에서 분석하였다.

마. 탈취효과

본 실험에 사용된 시료는 화강암, 일본산·한국 맥반석, 활성탄(태평화학산업) 4종류였으며, test 물질로는 1-propen 2-thiol (Wako chemical), hexanal (Aldrich chemical), allyl sulfide (Fluka chemical), allyl disulfide (Aldrich chemical)를 각각 동량으로 취해 diethyl ether (Junsei chemical)에 4% 수준으로 희석한 용액을 사용하였다.

시료에 흡착되고 남은 향기성분의 포집은 dynamic headspace법에 따라 Purge and Trap system인 Tekmar LSC 2000 (Tekmar Co. USA)을 사용하였다. 가로 3 cm, 세로 4 cm 크기의 주머니 (100% 천연펄프지)에 시료를 각각 2 g씩 넣어 윗부분을 봉한 후 미리 120℃ 건조기에서 2시간 정도 건조시킨 100 ml의 sampler

에 매달았다. 각각의 시료들의 향기 흡착능력을 비교하기 위해 빈 주머니를 매달아 다른 시료들과 동일한 방법으로 실험하였다. Test 용액 1 ㎖를 기벽에 분주하여 5분간 방치한 후 질소로 purging 하면서 향기성분을 포집하였다. 이때 mount, bottom, valve 및 line의 각 부분의 온도는 100℃로 고정하였으며 stand-by temperature 30℃로 설정하였다. Purge gas는 질소를 사용하였고 30 psi 압력의 질소를 80 ml/min 속도로 10분간 실시하면서 Tenax GC가 충전된 흡착관에 향기성분을 흡착시켰다. 흡착 후 dry purge를 3분간 실시하였으며, 흡착된 향기성분을 탈착시키기 위해 50℃에서 예비가열 후 180℃에서 3분간 탈착시켰다.

Dynamic headspace법으로 포집된 향기성분은 GC (Hewlett-Packard 5890 series II)를 이용하여 분리하였으며 사용된 조건은 <표 3-3>과 같다.

표 3-3. Working conditions for flavor analysis by GC

Instrument	Hewlett-Packard 5890
Column	DB-5 fused silica capillary column (60 m 0.32 mm)
Oven temp.	35℃ (10 min) - 7℃/min - 220℃ (10min)
Injector temp.	230℃
Detector temp.	250℃
Detector	FID
Carrier gas	2 ml He/min
Split ratio	1:50

바. 미네랄 용출

최근 음용수에 대한 불안감이 팽배함에 따라 식수에 대한 불안감이 감소시키기 위한 차원으로 탈이온수에 한국산 맥반석, 일본산 맥반석 그리고 대조구인 화강암을 250ml 삼각플라스크에 시료와 탈이온수를 무게비로 즉, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 달아 진탕기(180rpm, 비전과학<주>)에서 3시간 교반 후 원심분리하여 “유해물질 제거효과”의 방법으로 처리한 다음 ICP-AES 분석하여 농도에 따른 미네랄 용출을 비교 조사하였다.

사. 맥반석에 의한 pH변화

시중에서 구입한 초기 pH가 3.05인 1.5ℓ 포도주스를 맥반석 대 포도주스의 무게비(wt/wt,%)로 각각 5%, 10%, 15%, 20%로 제조하여 250ml 삼각플라스크에 넣고 파라필름으로 잘 밀봉한 후, 실온에서 180rpm의 교반기(VS-8480SR, 비전과학<주>)로 12시간 교반한 다음, 포도주스에 한국산 맥반석, 일본산 맥반석 그리고 화강암 등을 농도별로 첨가하여 그에 따른 pH의 영향을 살펴보았다.

아. 콜레스테롤

콜레스테롤의 함량변화를 알아 보기 위해서 5ℓ 남비에 계란을 무처리한 물과 맥반석(1kg)처리한 물(2ℓ)에 각각 넣고 100℃에서 10분간 삶은 다음 실온에 방치한 뒤 AOAC(17) 법으로 분석하였으며 이때 생란도 함께 분석하여 결과를 비교 하였다. 즉, 삶은 계란을 잘 혼합한 뒤 3g을 마조니아관에 넣고 10ml HCl을 가한후 천천히 흔든 후, 이것을 70℃ 수욕조에 옮겨 30분간 가열한 다음(이때 5분 간격으로 흔들) 물을 넣어 층을 분리하고 실온에서 방냉한 후 검화 및 불검화물을 추출한 다음 유도체화 시켜 가스크로마토그래피로 분석하였다. 이때 가스크로마토그래피의 조건은 <표 3-4>와 같다

표 3-4. Working conditions for cholesterol analysis by GC

Instrument	Hewlett-Packard 5890
Column	DB-1 fused silica capillary column (60 m 0.32 mm)
Oven temp.	220°C (1 min) - 3°C/min - 250°C (5min)
Injector temp.	250°C
Detector temp.	280°C
Detector	FID
Carrier gas	2 ml He/min
Split ratio	1:30

자. 폐수의 생화학적 산소요구량

본 연구원에서 방출하는 폐수에 한국 및 일본산 맥반석 그리고 화강암을 각각 10%농도로 조제한 후 250ml 삼각플라스크에 넣고, 7시간 실온에서 교반(180rpm, 비전과학<주>) 하였다. 분리는 원심분리기를 이용, 8000rpm에서 실온에서 5분간 원심분리하여 상등액을 실험에 이용하였다. 즉, 원심분리한 상등액 50ml를 1ℓ 정용플라스크에 넣고 앞서 만든 희석수로 정용하였다. 5%로 희석된 원수를 3개의 300ml BOD측정병에 완전히 채운다음 한병은 초기 Dissolved Oxygen(이하 DO로 함)를 측정하고 나머지 두병은 20°C 배양기에서 5일간 저장한 후 DO를 측정하여 초기 DO와 5일 후 DO의 차로 부터 BOD량을 AOAC방법(18)으로 측정하였다.

차. 콩나물의 생육실험

본 연구에 사용한 콩나물콩은 발아율, 생산수율이 가장 좋다는 전북구례태(19)를 시중에서 구입하여 불순물을 제거한 뒤, 선별된 콩 100g을 수세시켜 발아가 용이하도록 수침시간은 5시간, 온도는 20℃로 수침중 자주 저어주어 공기를 흡입시켜 발아를 촉진시켰다. 수침이 끝난 콩은 가정용 수경재배기(대연상사)로 옮긴 다음, 수주용액은 17MΩ 이상되는 탈이온수 (NANO pure ultra system, Barnstead, U.S.A.)와 수돗물에 화강암, 맥반석을 각각 1.5% 첨가하여 수주액을 제조하였다. 콩나물의 재배는 20℃의 암실에서 6시간 간격으로 수주하여 7일 동안 수돗물과 맥반석에서 석출된 용액에 따른 생육성장에 미치는 영향을 관찰하였다.

카. 탈색효과

시중에서 구입한 포도주스를 이용, 한국 및 일본산 맥반석 그리고 화강암의 농도를 5, 10, 15, 20%로 제조하여 250ml 삼각플라스크에 넣고 12시간 실온에서 교반 (180rpm, 비전과학<주>) 한 다음 여과하여 색도계 (Hunter Spectrocolorimeter, Color Quest II) 로 맥반석이 탈색에 미치는 효과를 조사하였다.

第 3 節 結果 및 考察

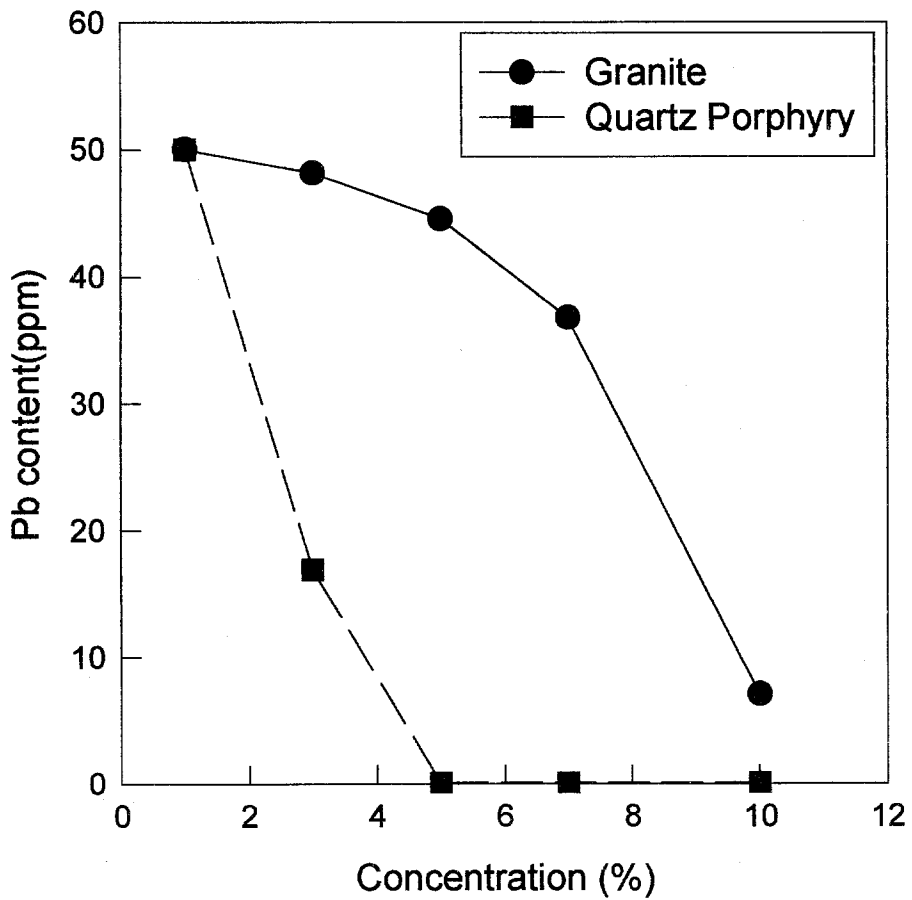
1. 유해물질 제거효과

가. 맥반석농도에 의한 Pb 제거효과

맥반석에 의한 Pb 제거효과를 알아 보기 위하여 50ppm의 Pb용액을 제조하여 대조구와 맥반석의 농도에 미치는 영향을 조사한 결과 <그림 3-1>과 같다. 한국

맥반석은 5%의 농도에서 99%이상 감소한 반면, 화강암은 10%농도에서 약 86%의 Pb가 흡착제거되었다. 따라서 시간에 따른 Pb제거는 맥반석 5%, 화강암 10%로 결정하였다.

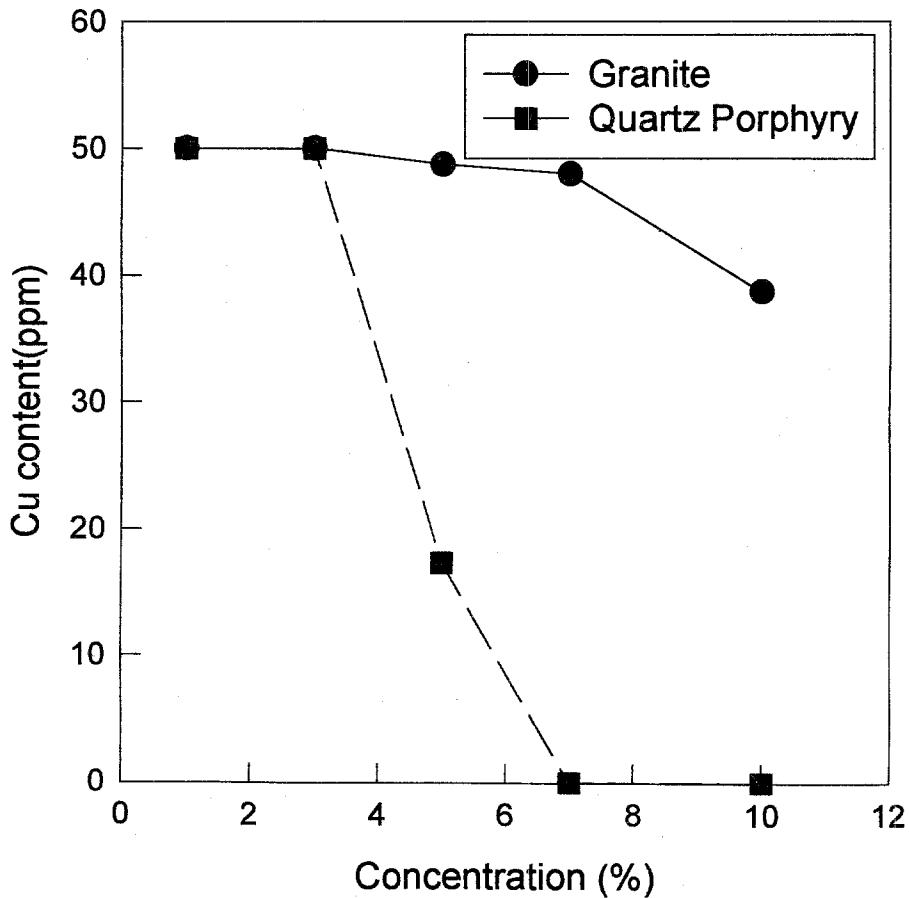
그림 3-1. Effect of Pb elimination by the Quartz Porphyry concentration



나. 맥반석농도에 의한 Cd 제거효과

맥반석에 의한 Cd 제거효과를 알아 보기위하여 50ppm의 Cd용액을 제조하여 대조구와 맥반석의 농도별에 따른 영향을 조사한 결과, <그림 3-2>에 기술된 바와 같이 Cd흡착율이 가장 높은 10% 농도의 맥반석과 화강암을 시간에 따른 최적화를 위한 시험구로 결정하였다.

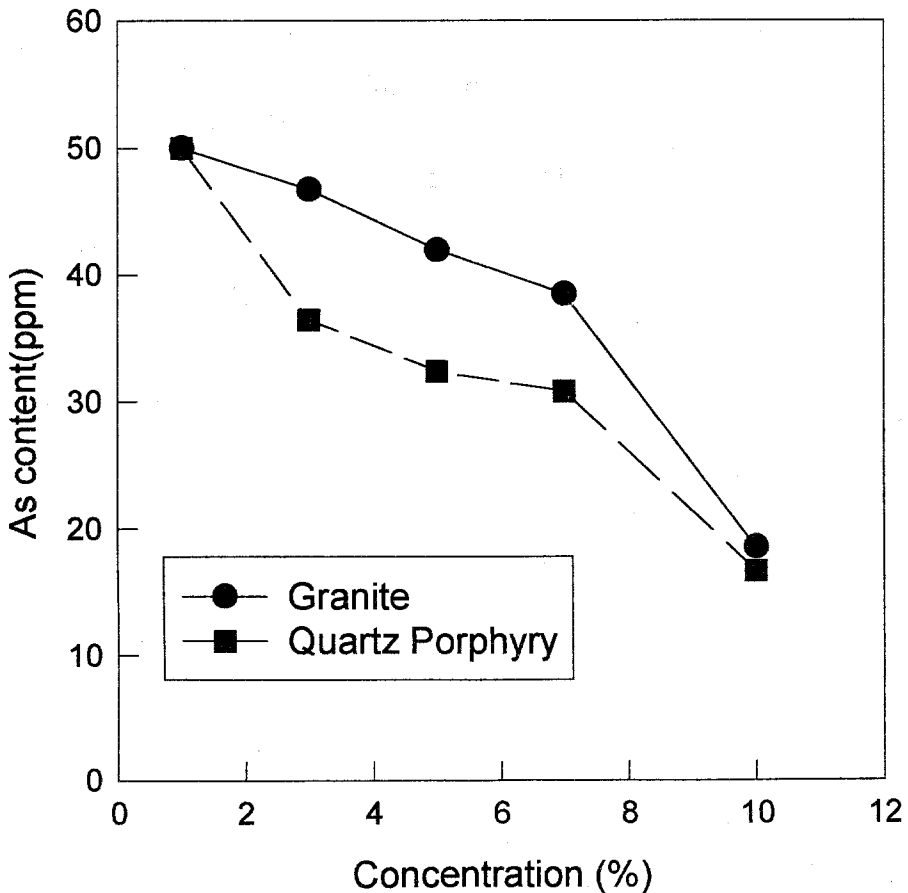
그림 3-2. Effect of Cd elimination by the Quartz Porphyry concentration



다. 맥반석농도에 의한 As 제거효과

맥반석에 의한 As 제거효과를 알아 보기위하여 50ppm의 As용액을 제조하여 대조구와 맥반석의 농도별에 따른 영향을 검토한 결과 <그림 3-3>과 같으며 맥반석과 화강암의 As제거는 맥반석 66%, 화강암 10%일때 약 63%의 As가 제거됨을 볼 수 있었다. 그러므로 시간에 따른 최적화를 위한 농도를 맥반석 7%, 화강암 10%로 결정하였다.

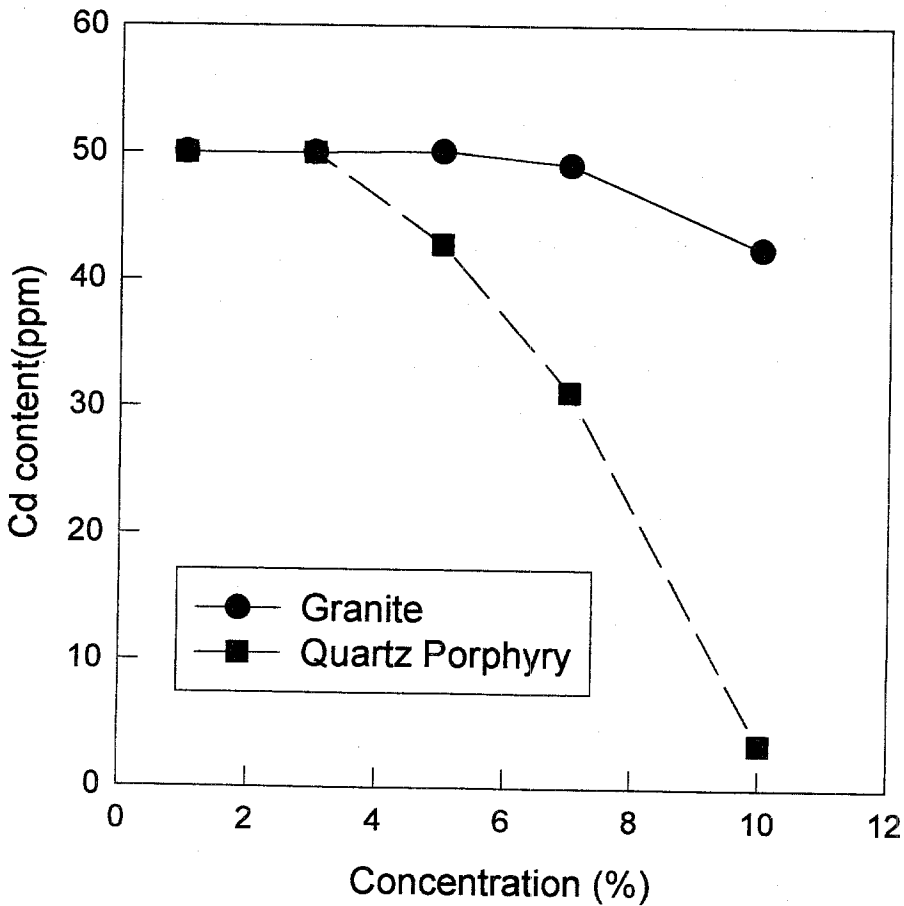
그림 3-3. Effect of As elimination by the Quartz Porphyry concentration



라. 맥반석농도에 의한 Cu 제거효과

맥반석에 의한 Cu 제거효과를 알아 보기위하여 50ppm의 Cu용액을 제조하여 대조구와 맥반석의 농도별에 따른 영향을 관찰한 결과(그림 3-4), 맥반석은 3%와 7%사이의 농도에서 Cu가 급격히 제거된 반면, 화강암은 완만하게 감소되었다. 이러한 사실에 근거하여 최적화를 위한 조건에 이용할 농도를 맥반석 7%, 화강암 10%로 결론지었다.

그림 3-4. Effect of Cu elimination by the Quartz Porphyry concentration



2. 맥반석의 시간에 따른 유해물질 제거 최적화

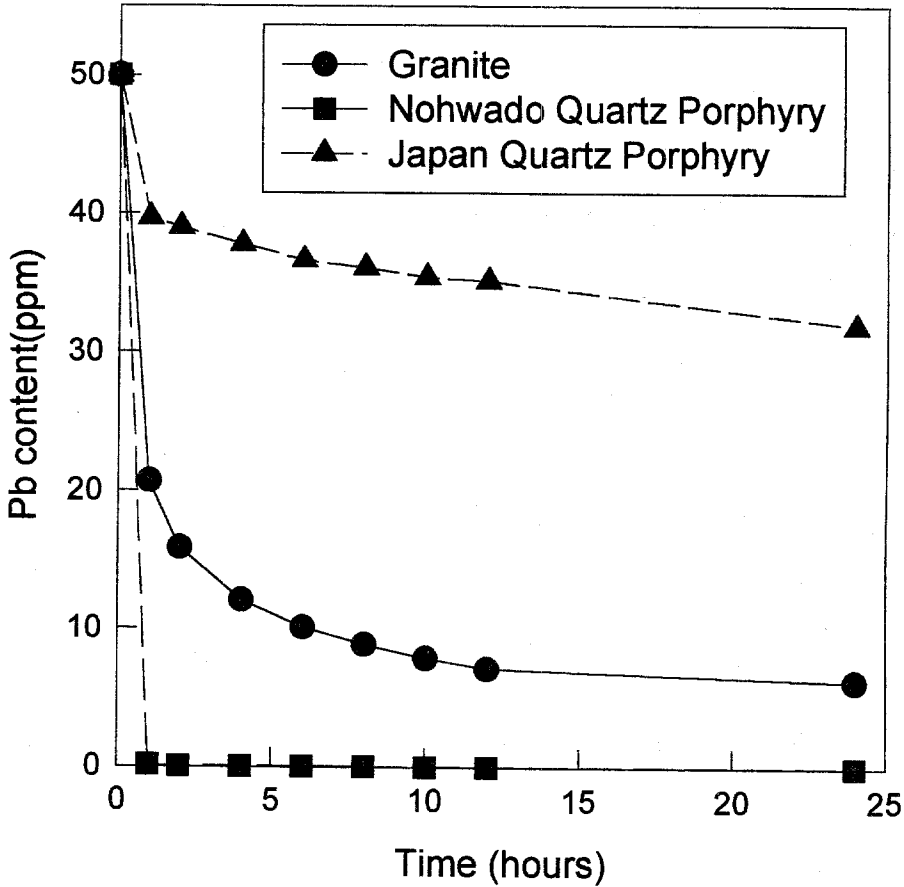
상기의 결과로부터 얻은 분석값들을 이용하여 24시간 교반한 후 각각 대조구와 맥반석의 농도에 따른 경,중금속제거율을 최적화시키기위해 Pb의 경우 대조구인 화강암은 10%, 맥반석은 5%로 정했으며 Cd는 각각 10%, 10%로 As는 각각 10%, 7%로 Cu는 각각 10%, 7%로 결정하였다. 또한 일본산 맥반석은 한국산 맥반석농도와 비교하여 분석하였으며 이때 경, 중금속의 농도는 각각 50ppm이었다.

가. 시간에 따른 Pb 제거효과

Pb의 제거는 <그림 3-5>와 같이 한국산 맥반석이 1시간 경과후 99%이상이 제거되었으며 일본산은 20.6%, 대조구인 화강암은 58.6%로 한국산 맥반석이 가장 월등하였으며, 전반적으로 시간이 경과함에 따라 Pb는 감소하는 경향을 나타냈다. 24시간이 지난 후 분석한 결과 일본산 맥반석의 Pb제거율은 36.2%로 87.5%제거된 화강암보다 저조하였다.

이상과 같이 유해물질 제거 효과를 살펴본 결과, Pb의 경우 앞서 기술한 바와 같이 오염시킨 Pb 50ppm 용액에 한국산 맥반석을 5%첨가 한다음 1시간 교반시 약 99%이상이 제거된 반면, 진(4)등은 오염시킨 Pb 50ppm 용액에서 맥반석의 최대제거능력이 kg당 Pb 32.9g 이라고 발표한 바 있으며, 김(20)은 맥반석 0.1% 농도인 pH 2.4에서 3분후 Pb가 전부 제거되었다고 밝힌바 있다. 또한 왕(9)이 한국과학기술연구원에 의뢰한 자료에 의하면 3일 침적 후 Pb는 61%가 감소되었다고 기술하였다. 이와 같이 맥반석도 각각 Pb 제거능력이 상이한 것은 맥반석의 산지나 종류에 따라 큰 차이가 나는 것으로 사료된다. 김(14) 등은 맥반석과 유사한 Zeolite를 이용하여 3N NaOH용액으로 활성화 처리시 Pb의 흡착량이 2배 증가시킨 바 있으며, 최(12)등은 막투과법을 이용한 녹차음료에 오염시킨 중금속인 Pb 제거효과가 92-95%이었다고 발표하였다.

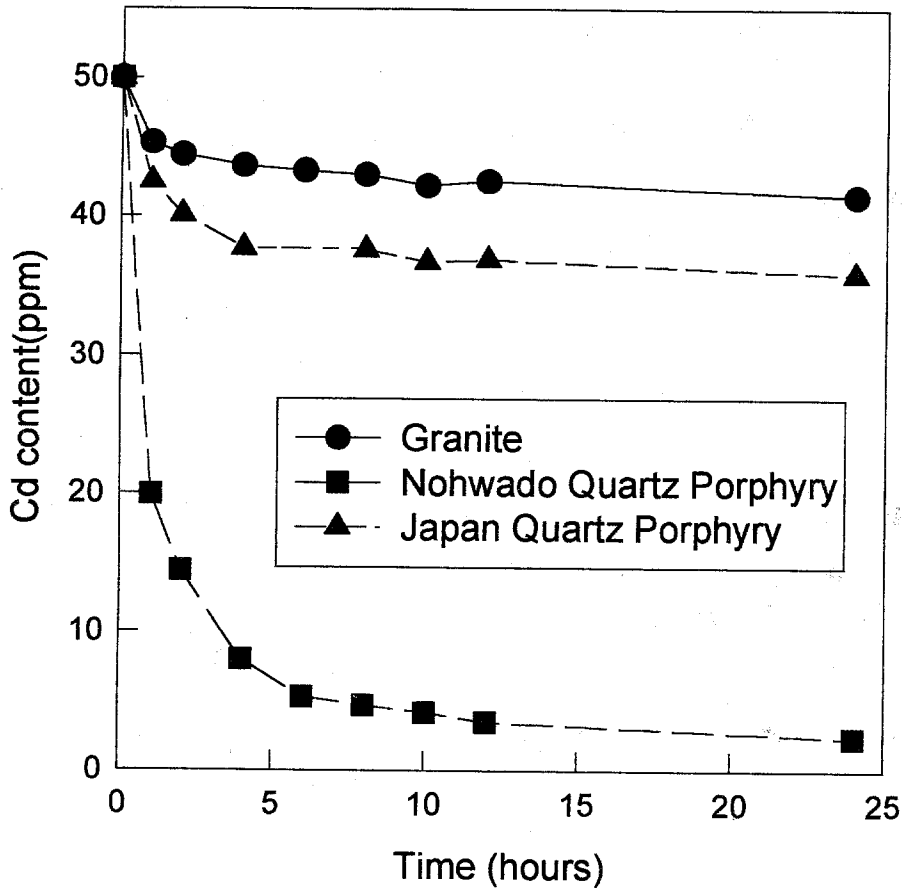
그림 3-5. Effect of Pb elimination by the time course



나. 시간에 따른 Cd 제거효과

Cd의 제거율은 그림 6과 같이 한국산 맥반석이 비교적 양호하였는데 1시간후 약 60%, 6시간후 약 90%, 24시간 이후에는 95%이상이 제거된 반면, 일본산과 대조구인 화강암은 24시간 경과 후에도 각각 28%, 17%로 매우 저조하였다. 이러한 경향은 맥반석의 종류와 산지에 따라 맥반석의 특성인 다공성에 기인된 것으로 추정된다.

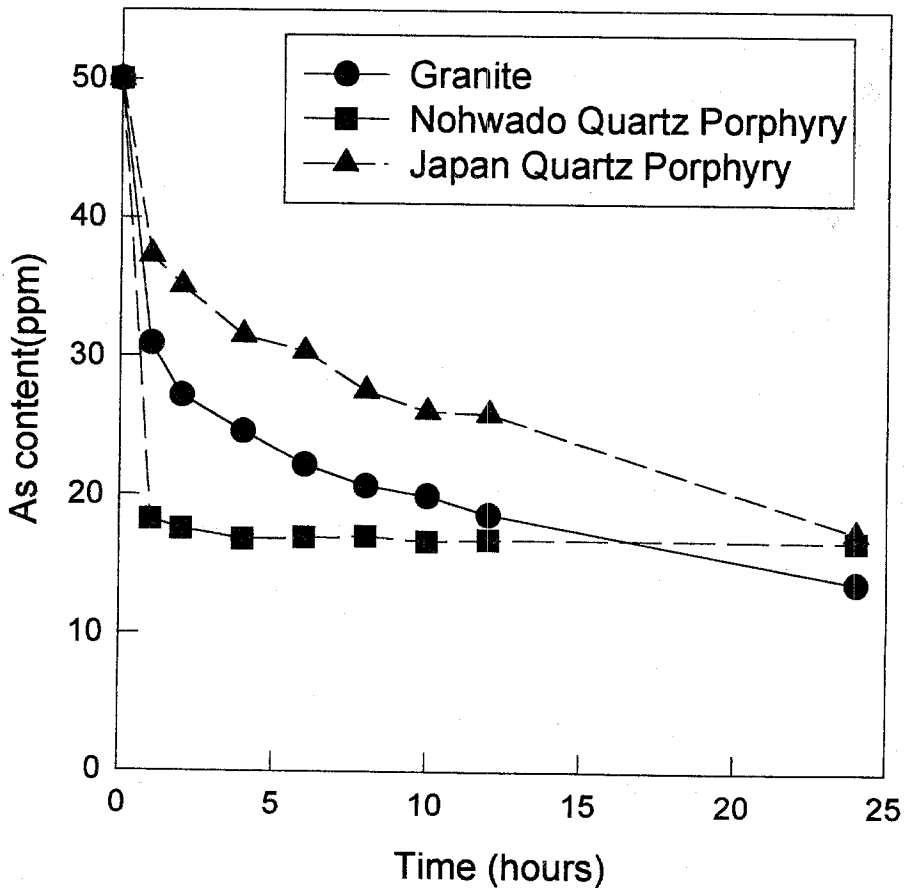
그림 3-6. Effect of Cd elimination by the time course



한편, 추(21)는 Cd의 경우 교반시 맥반석의 최대 제거능력은 kg당 9.9g이었고, 최(12) 등은 1 ppm농도에서 녹차 중에 98%가 흡착되었다고 보고한 반면, 왕(9)은 수돗물에 맥반석 침적 후 94%가 감소된다고 했으며, 김(20)은 산성용액보다는 알칼리성 용액에서 Cd제거능이 월등하다고 검토하였다. 이(5)는 오염된 쌀에 대한 조리과정 중 맥반석의 첨가에 따라 Cd 제거효과가 큰 영향을 미친다고 발표한 바 있다. 또한 국립보건원(10)에서 분석한 맥반석의 이온용출 및 흡착효과 자료

에 의하면 유해중금속인 1 ppm Cd용액에 10%의 맥반석을 첨가했을 때 10시간에 거의 제거되었다고 기록되었으나 본 연구실에서 실험한 <그림 3-6>과 같이 한국산 맥반석은 6시간 경과후 50 ppm의 Cd용액이 5.3 ppm으로 떨어져 약 90%가 감소되었으며 24시간후에는 약 95.0%이상이 제거되었는데 국립보건원의 자료와 다소 차이가 나는 것은 기질용액인 Cd농도 때문인것으로 유추된다.

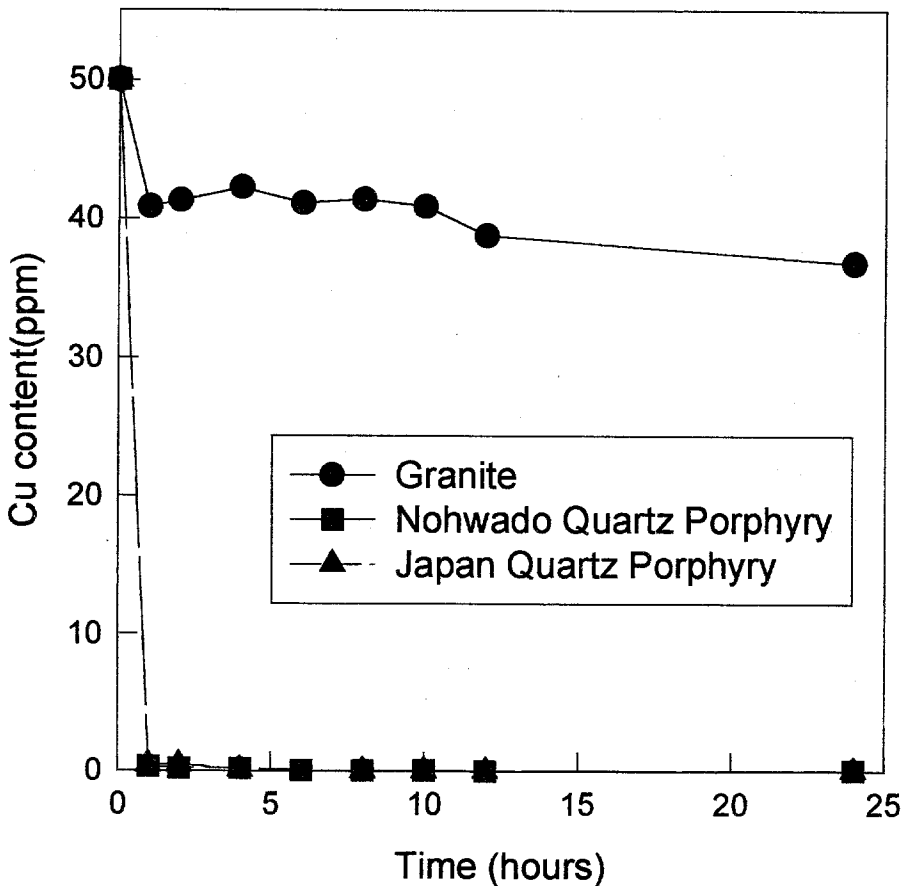
그림 3-7. Effect of As elimination by the time course



다. 시간에 따른 As 제거효과

As는 특이한 경향을 보였는데 한국산은 1시간이 지난후에 약 63%이상이 감소되어 24시간 경과 후에도 약간 제거된 경향을 볼 수 있었다. 그러나 일본산이나 화강암은 시간이 흐름에 따라 단계적으로 제거되어 최종 24시간 이후에는 그 제거율은 각각 72.4%와 65.2%로 일본산 맥반석이 다소 양호했는데 그 결과는 <그림 3-7>과 같다.

그림 3-8. Effect of Cu elimination by the time course



라. 시간에 따른 Cu 제거효과

Cu의 제거는 한국산이나 일본산 모두 1시간 경과후에 99% 제거된 반면 화강암은 약 18%가 감소되는 양상이 관찰되었다. 그 결과는 <그림 3-8>과 같다.

따라서 상기의 분석처럼 시간에 따른 유해물질 제거효과도 전반적으로 한국산이 일본산 맥반석에 비해 우수하였고 이와 같은 실험결과는 한국산 맥반석이 가장 중요한 다공성이 비교적 풍부한 것으로 사료된다.

이러한 기작은 맥반석이 갖고 있는 다공성 성질이 표면적을 크게하여 분자간 반응에 의하여 고체의 촉매표면에 흡착원자를 끌어 들여 (+)이온과 (-)이온작용에 의하여 석출된 무기질의 용출, 고체의 촉매작용에 의한 물리적 흡착이나 화학적 흡착작용에 기인한것으로 추정되고 있다(2).

3. 혼합된 유해물질의 제거

Pb, Cd, As, Cu 등이 공존된 혼합된 유해물질을 각각 50ppm을 제조하여 시간에 따른 제거 양상을 검토한 결과 <표 3-5>와 같으며 혼합된 수용액에서 Pb는 한국산 맥반석, 화강암, 일본산 맥반석순으로 초기에 각각 60%, 1%, 0.8%이였으며 24시간후에는 각각 63%, 32.8%, 31.1%제거되었다. Cd는 한국산 맥반석과 화강암의 경우 약 12.0% 감소로 일정한 경향이였으며 일본산은 초기에 오히려 급격히 증가하다 24시간후에 2.2%가 제거되었다. 한편 As는 한국산 맥반석이 초기에 99.9%이상 제거된 반면, 화강암과 일본산 맥반석은 완만한 감소로 제거되었는데 최종시간에는 각각 49%, 71%제거되었다. 또한 Cu는 한국산 맥반석의 경우 급격히 증가하는 경향이 보였으며, 화강암과 일본산은 전반적으로 약 3%가 제거되었다.

한편, 흥(22)에 의하면 타이온 공존시 즉, Pb, Hg, Cd혼합용액중의 Pb의 제거력은 단일용액에 비해 그 제거력은 훨씬 증가하며, Cd와 Cu도 일반적으로 3-4배

증가한다고 발표한 반면, 표 5에 기술한 바와 같이 한국 및 일본산 그리고 화강암 등은 As를 제외하곤 혼합용액에서 전반적으로 단일용액에 비해 월등히 감소하였다.

이상과 같이 혼합용액에서는 단일수용액과는 달리 전반적으로 유해물질제거율이 현격히 떨어지는 경우와 증가하는 이러한 원인은 추후실험을 통해 규명해야 할것이다.

표 3-5. Change of mixed heavy metal solution by the time course

unit : ppm

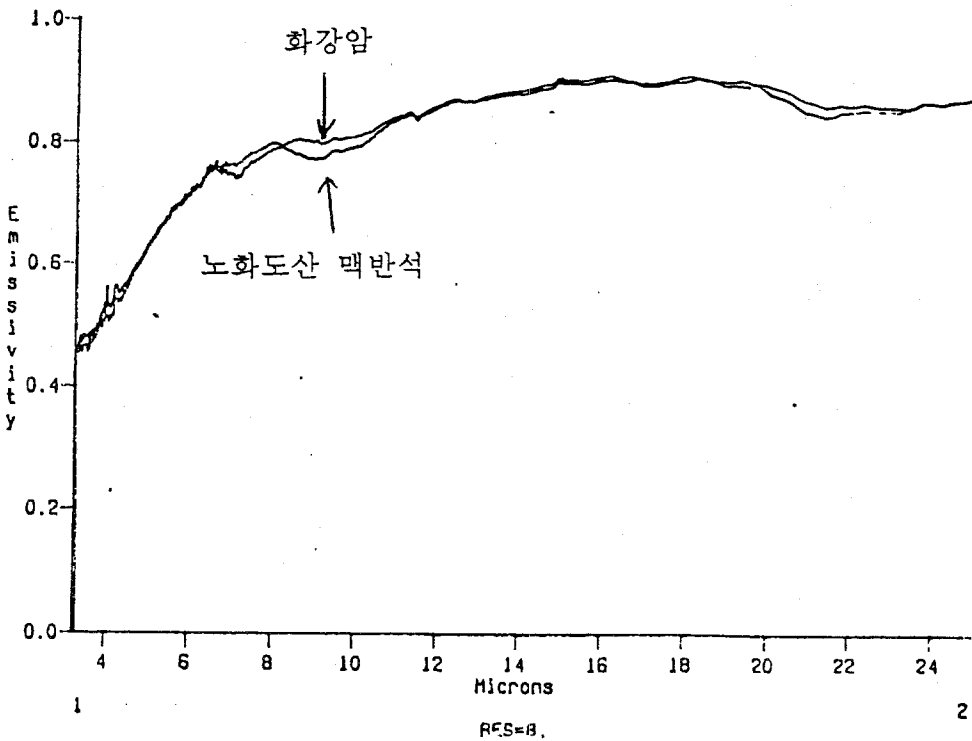
T	Pb			Cd			Cu			As		
	N	J	G	N	J	G	N	J	G	N	J	G
2	19.74	51.72	40.76	44.09	66.68	42.28	68.15	52.77	40.77	N D	43.99	37.55
4	19.82	49.61	39.41	43.82	63.23	44.40	70.66	51.75	41.47	N D	37.10	36.60
6	19.84	45.56	41.52	43.69	61.34	44.75	75.76	50.50	47.79	N D	28.58	35.45
8	20.61	41.85	40.54	46.52	55.85	44.47	83.22	48.92	43.02	N D	26.13	34.43
10	19.72	38.96	40.04	43.93	52.27	43.66	80.86	47.86	44.13	N D	22.80	34.12
12		37.89	37.55	64.27	50.99	44.39	117.30	47.15	45.10	N D	20.96	31.91
24	18.28	34.43	33.58	47.15	48.95	44.38	98.96	47.13	48.39	N D	14.22	25.37

T : time(hour) N : quartz porphyry of Korea J : quartz porphyry of Japan
G : Granite ND : Not detected

4. 생리활성 기능

인간생활에 가장 유익한 파장인 원적외선은 복사와 침투력에 의해 말초 모세혈관운동 등을 강화함으로써 혈액 순환을 촉진하고 공명흡수작용에 의해 물질의 분자운동이 활성화되어 인체를 구성하고 있는 모든 물질의 합성 및 효소계와 호르몬, 생리활성물질의 작용에 상당한 영향을 미쳐서 신진대사를 촉진하는 원적외선을 맥반석으로부터 찾아 내어 과채류 저장 및 유통 중의 선도 유지효과 측정을 조사하기 위하여 맥반석의 원적외선 발생여부 관찰하였다.

그림 3-9. 맥반석의 원적외선 방사



한국산 맥반석과 대조구인 화강암을 이용, 원적외선 방사여부를 검토한 결과 <그림 3-9>와 같으며 흑체를 대비하여 비교했을 때 원적외선 방사는 매우 미미하였고 <그림 3-9>에서 나타난 바와 같이 화강암과 맥반석 모두 같은 수준이라 맥반석의 원적외선 활용은 어려울 것으로 판단된다.

한편, 최(23)가 사용한 전북산의 맥반석에서는 전기장판을 가정에서 사용시 주로 사용되는 표면온도인 50℃ 전후의 중심파장인 9 μ m 부근을 중심으로 전복사율이 약 0.91정도의 높은 복사특성을 나타냈으며, 전복사에너지는 (2.5-25 μ m) 4.82 \times 10²W/m²· μ m 이라고 발표한 바 있다. 이러한 사실로부터 맥반석의 원적외선 방사여부도 산지에 따라 특이성이 있는 것으로 추론되며 따라서 상기의 결과로부터 본 연구의 목적의 하나인 원적외선의 활용방안인 과채류 저장 및 유통중의 선도유지 효과측정은 무의미한것으로 판단된다.

5. 탈취 효과

우리 전통가공식품의 냄새는 대부분 외국인의 기호에 맞지 않아 수출장애요인으로 대두되고 있으므로 우리의 대표적인 식품인 김치에 함유되어 있는 향기성분을 이용, 맥반석의 탈취기능 효과를 분석하였다.

대조구인 화강암, 한국산 맥반석, 일본산 맥반석 그리고 활성탄 등의 종류에 따른 향기 흡착능력을 비교 검토한 결과, <표 3-6>과 같이 1-propen 2-thiol 경우 한국산, 활성탄, 화강암순으로 그 탈취율은 각각 99.9%, 99.4%, 76.3%을 보인 반면, 일본산 맥반석은 전혀 흡착능력 효과가 없었다. 또한 hexanal은 활성탄이 99.0%로 가장 우수했으며 화강암이 76.3%의 제거율로 활성탄에 비해 약 23%가 감소하였다. 한편, allyl sulfide는 활성탄이 99%이상으로 매우 탁월하였으며 화강암도 91%로 비교적 양호한 반면 한국산 맥반석은 30%로 극히 저조하였다. 또한 diallyl sulfide도 활성탄이 가장 유효하였다. 따라서 활성탄이 전반적으로 가장

양호했는데 맥반석이 냉장고 냄새제거에 우수하다는 속설과는 달리 <표 3-6>에 기술된 바와 같이 1-propen 2-thiol를 제외하곤 탈취효과는 매우 저조하였다(그림 3-10, 11, 12, 13, 14). 한편, 이(7)는 유향물질 수용액 즉, benzyl acetate, phenylethyl alcohol의 경우 흡착량은 30분까지는 급격히 증가하다가 60분에 흡착평형에 도달하며, 맥반석의 입자도가 적어질수록 평형흡착량이 감소하고 150m μ 이하에서는 거의 일정한 흡착량을 갖는 경향이였다. 따라서 맥반석은 활성탄에 비해 탈취효과가 전반적으로 미미한 관계로 맥반석에 의한 우리의 전통식품 약취제거는 다소 어려울 것으로 사료된다.

표 3-6. Removal of flavor component from several samples

unit : %

	1-propen 2-thiol	Hexanal	Allyl sulfide	Diallyl sulfide
Granite	76.3	76.3	91.4	47.4
Korea	99.9	85.9	30.9	58.9
Japan	0.0	87.9	60.6	62.8
Activated Carbon	99.4	99.0	99.3	99.2

그림 3-10. Chromatogram of flavor component by untreated sample

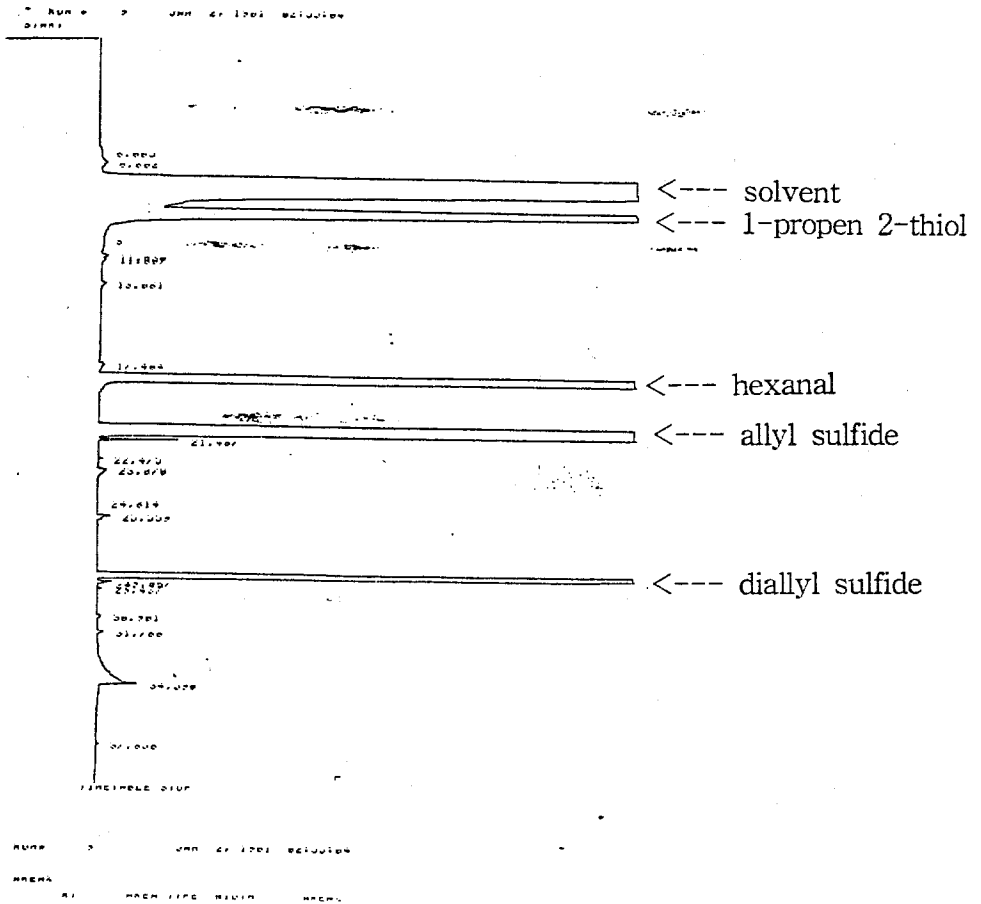


그림 3-11. Chromatogram of flavor component by Granite powder

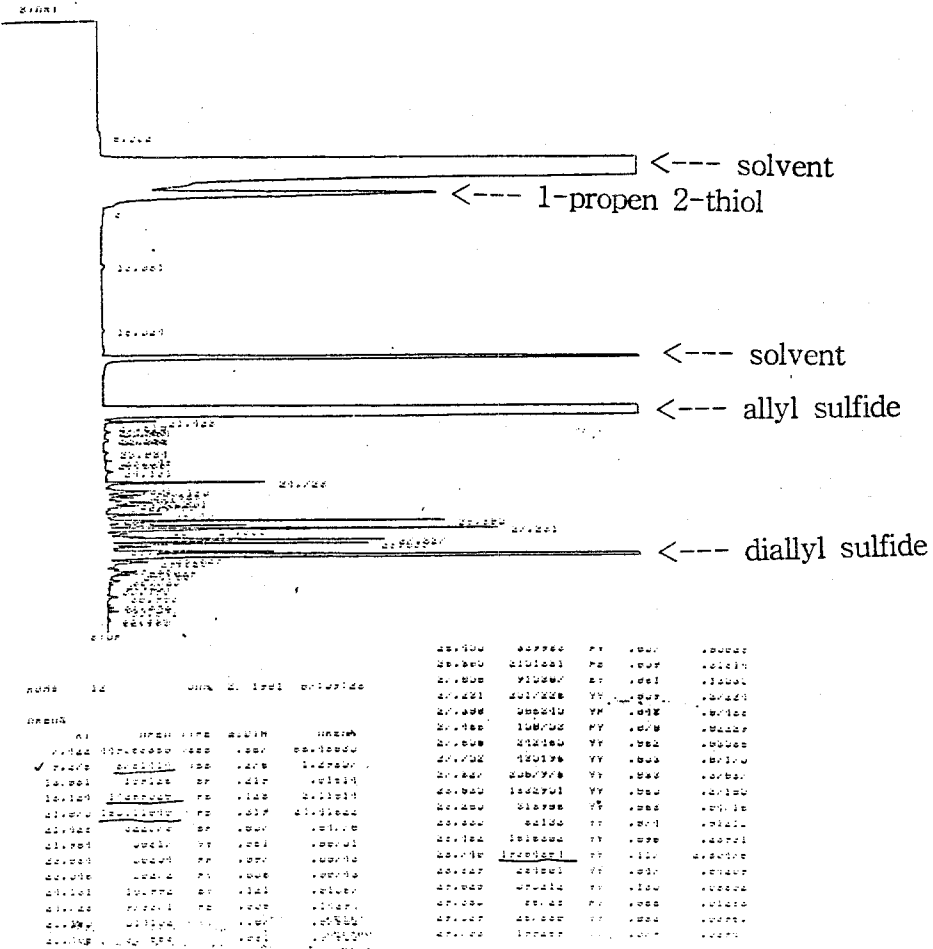


그림 3-12. Chromatogram of flavor component by Quartz Porphyry of Korea

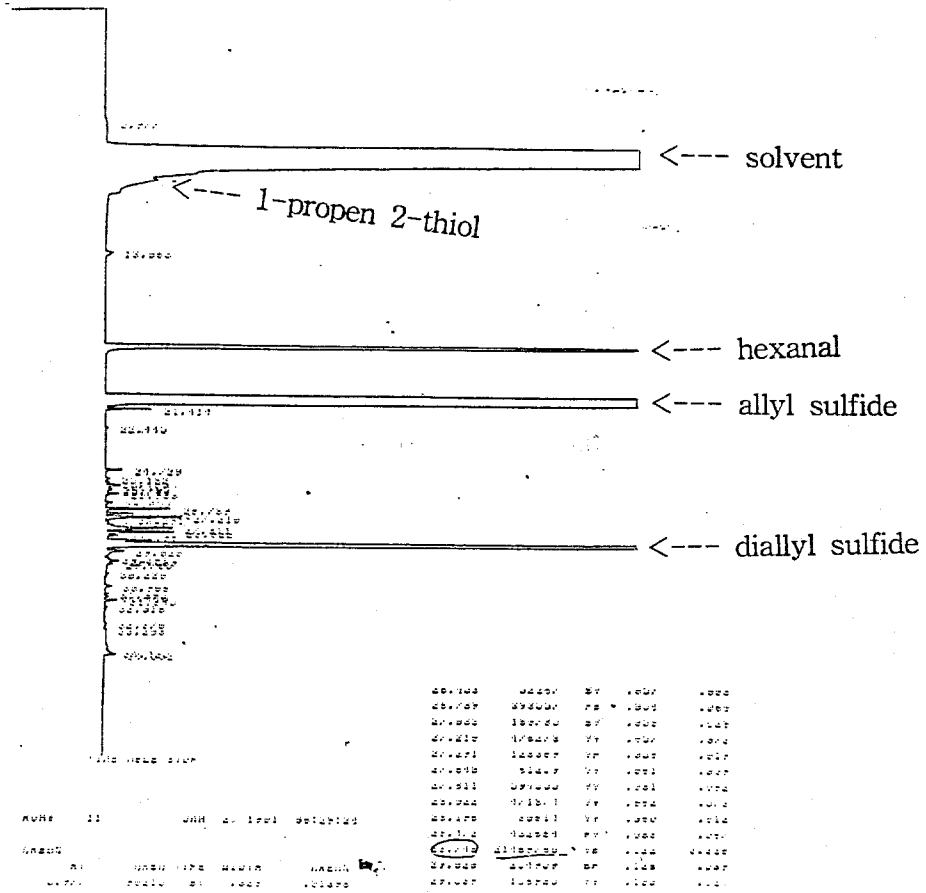
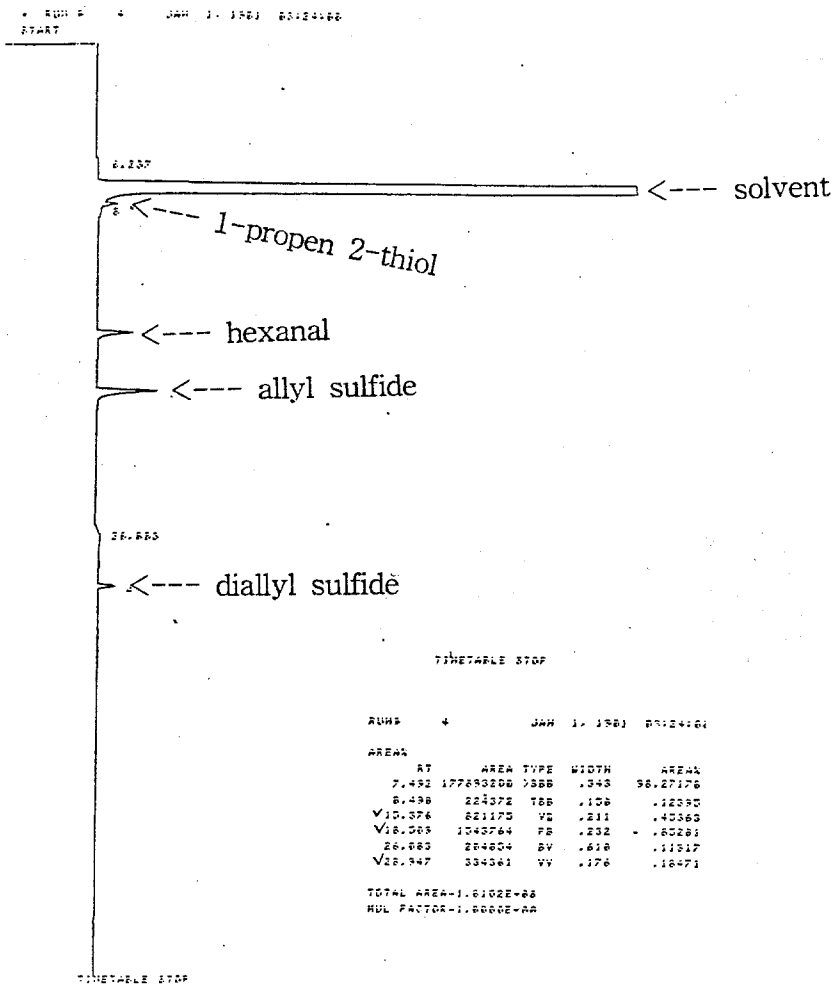


그림 3-14. Chromatogram of flavor component by Activated Carbon



6. 미네랄 용출

물은 생명체 내에 가장 많이 함유되어 있으며 생체내 모든 생화학 반응이나 물질운반, 삼투압현상 등 여러 가지 생리적 기능의 발현에도 직접적으로 관계되기 때문에 물 없이는 생명체가 존재할 수 없다. 이와같이 물은 우리 신체의 대사작용에 중요한 기능을 수행하고 있기 때문에 적어도 하루에 1.5ℓ 이상의 일정량을 여러 가지 형태로 공급해 주어야 할 뿐만아니라, 우리 체내의 건강상태 유지 및 향상을 위해 세균에 오염되어 있지 않아야 하며 인체에 필요한 미량원소가 풍부하여야 한다. 따라서 맥반석이 수질에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위하여 맥반석의 미네랄 용출기능을 분석하였다.

탈이온수에 맥반석을 첨가하여 용출되는 무기질을 측정 비교 조사한 결과 <표 3-7>과 같다. 칼슘의 경우 한국산과 일본산 맥반석은 0.5%의 농도에서 각각 8.2ppm, 7.7ppm이 용출되었고, 농도가 증가함에 따라 약간 감소하는 추세를 보였다. 그러나 화강암에서는 2%농도에서 10.3ppm으로 가장 높은 칼슘이 석출되었다. 마그네슘은 비교적 농도가 높을 수록 용출되는 양이 증가하는 경향을 보였고 특히 화강암 2%에서 약 0.6ppm으로 가장 많이 추출되었다. 나트륨과 칼륨도 칼슘과 비슷한 양상으로 농도가 낮을 수록 적은 양이 분석되었으며 화강암 0.5%농도에서 나트륨과 칼륨의 검출량은 각각 0.04ppm, 0.6ppm이었다. 한편, 철은 일본산 맥반석과 화강암에서 많은 양이 검출되었는데 우리 나라의 식용수 수질기준에 비해 일본산은 최소 1.5배에서 최대 3.5배이상 높은 결과가 나왔으며, 화강암은 1.9에서 7.5배로 철의 함량이 기준치에 훨씬 웃도는 경향을 보였다. 그러나 한국산 맥반석은 각 농도에서 철의 음용수 수질기준인 0.3ppm보다 낮은 0.25ppm에서 0.29ppm으로 매우 적합하였다. 한편, 구리, 납, 비소, 카드뮴 등을 분석한 결과 음용수 수질 기준 이하이거나 거의 검출되지 않았다. 따라서 맥반석을 이용한 미네랄 용출은 일본산과 화강암을 이용시 부적합한 것으로 판명되었다.

표 3-7. Composition of minerals extracted from sample agitated 3 hours
at 180rpm in shaker

unit :ppm

		Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Cu	As	Cd	Pb
	Deionized water	0.10	N.D	N.D	N.D	N.D	0.01	N.D	N.D	N.D	N.D
Granite (%)	0.5	8.25	0.16	0.48	1.12	0.26	0.03	0.02	N.D	N.D	N.D
	1.0	6.69	0.22	0.83	1.90	0.27	0.02	0.02	N.D	N.D	N.D
	1.5	5.84	0.19	1.09	2.37	0.29	0.01	0.02	N.D	N.D	N.D
	2.0	6.67	0.23	1.52	3.40	0.25	0.02	0.02	N.D	N.D	N.D
Korea (%)	0.5	4.81	0.16	0.04	0.62	0.58	0.02	0.02	N.D	N.D	N.D
	1.0	7.75	0.30	0.10	1.31	1.02	0.04	0.02	N.D	N.D	N.D
	1.5	10.37	0.40	0.13	1.53	1.45	0.04	0.01	N.D	N.D	N.D
	2.0	8.60	0.59	0.19	1.81	2.26	0.04	0.01	N.D	N.D	N.D
Japan (%)	0.5	7.77	0.07	0.66	1.27	0.46	0.03	0.01	N.D	N.D	N.D
	1.0	5.30	0.06	1.27	1.88	0.56	0.02	0.01	N.D	N.D	N.D
	1.5	4.46	0.09	1.90	2.65	0.98	0.02	0.01	N.D	N.D	N.D
	2.0	4.13	0.10	2.42	3.03	1.14	0.023	0.00	N.D	N.D	N.D

N.D=Not Detected

한편, 국립보건원(10)의 자료에 의하면 맥반석의 이온 용출량시험에서 증류수에 맥반석을 10%첨가시 Cu와 Fe 그리고 Mn는 검출되지 않은 반면, 한국산 맥반석은 <표 3-7>과 같이 음용수 수질기준이하로 용출되었으며 Ca, Mg, Na, K 등

은 국립보건원 자료가 비교적 높은 수치를 나타냈는 데 이는 농도에 의한 차이인 것으로 추측된다. 그러나 왕(9)이 한국과학기술연구원에 의뢰한 자료에는 맥반석 10%농도에서 오히려 낮은 분석치가 검출되었는데 이러한 현상은 다양한 맥반석 종류에 기인된 것으로 생각된다.

따라서 한국산 맥반석은 주스, 건강음료, 주류, 전통음료 등을 제조하는 식품가공 업체에서 가장 중요한 원료인 식수를 한국산 맥반석으로 여과하여 정수하면 앞서 서술한 유해물질도 제거될뿐 아니라 양질의 정수확보가 가능하고 부존량이 풍부한 맥반석활용도 병행할 수 있어 일거양득의 효과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

7. 맥반석에 의한 pH변화

초기 pH가 3.05인 포도주스에 한국산 맥반석, 일본산 맥반석 그리고 화강암 등을 농도별로 첨가에 따른 초기 pH의 영향을 살펴본 결과 <표 3-8>과 같으며 다른 시험구에서는 pH가 완만하게 증가한데 비해 한국산 맥반석은 농도 20%에서 pH가 5.63으로 가장 높았으며 약 중성에 도달했다. 한편, 국립보건원(10)의 자료에 의하면 수돗물에 맥반석 15%을 넣고 10일간 pH변화를 조사한 결과 맥반석 가루의 경우에는 pH가 8.6에서 7.7로 약 중성쪽으로 이동되었으며 맥반석 원석인 경우 거의 변화가 없었다. 또한 왕(9)이 의뢰한 한국과학기술연구원의 자료에서는 수족관의 물에 맥반석을 첨가시와 무첨가시 비교한 결과 첨가시 pH가 약간 상승하여 본 연구결과와 일치하는 경향을 보였는데 이러한 현상은 맥반석에 존재하는 알칼리성 물질이 수중에 용출되어 나오는 것으로 생각된다.

따라서 한국산 맥반석은 식품이나 미생물생육에 중요한 의의를 갖는 pH의 변화로 식품의 보존에 상당량 기여하리라 사료된다.

표 3-8. Change of pH in grape juice by added Quartz Porphyry

Sample		pH
Initial pH		3.05
Granite(%)	5	3.22
	10	3.40
	15	3.65
	20	4.02
Korea(%)	5	3.82
	10	5.07
	15	5.43
	20	5.63
Japan(%)	5	3.25
	10	3.51
	15	3.82
	20	4.20

8. 콜레스테롤

분석결과는 다음 <표 3-9>와 같으며 가열처리하지않은 생란의 콜레스테롤 함량은 592.7mg%, 증류수에서 삶은 계란은 607.1mg%, 맥반석처리계란은 604.5mg%로 시료처리 구간에 차이가 없는 것으로 나타나 맥반석이 콜레스테롤 저하에 큰 영향이 없는 것으로 보인다.

표 3-9. Change of cholesterol value treated several conditions

unit : mg%

Raw egg	Egg treated quartz porphyry	Egg untreated
592.7	604.5	607.1

9. 폐수의 생화학적 산소요구량

식품가공업체나 산업체 그리고 농촌에서의 가축배설물 등에서 발생하는 오폐수에 의한 환경오염문제가 사회가 발전하면서 심각하게 대두됨에 따라 환경청에서는 1996년 1월 1일부터 폐수를 방출하는 업소의 경우 배출되는 생화학적 산소요구량(Biochemical Oxygen Demand, 이하 BOD로 함)을 80ppm 이하로 공표했을 때, 폐수처리시 맥반석을 이용하면 응집제와 중화용제로 동시 적용이 가능하여 산업체에서 배출되는 폐수의 BOD량을 설비면이나 경제적인 면에서 최소의 비용으로 신속한 처리를 진행시킬 수 있어 오폐수에 의한 하천오염을 보다 효과적인 방법으로 방지할 목적으로 본 연구원의 폐수처리장에서 채수한 원수의 BOD량을 <표 3-10>과 같이 각 방법에 따라 비교 검토하였다.

기존의 폐수처리방법으로 1차 처리한(화학적 처리) 폐수의 BOD감소량은 24.1%에 불과하였으나 생화학적처리 방법인 활성오니법이 88.7%로 가장 우수하였으나 맥반석과 화강암 이용시에도 80%이상 BOD가 감소되었다. 특히 한국산 맥반석의 경우 미생물을 이용한 활성오니법과 비교해 볼 때 약 3%의 차이가 있을 뿐 큰 차이를 발견할 수 없었다.

한편, 益富壽之助(24)에 의하면 맥반석의 이온 교환작용으로 인해 화학적 산소요구량과 BOD가 낮아지므로 방부 및 물을 활성화시키는 작용을 한다고 하였으며 이온교환 현상은 고체내부에서 전기적으로 포족된 이온이 고상과 접촉하는 액상중으로 나오고 액상중의 이온이 고상내로 들어가는 것을 말하며, 이러한 양이온 교환능을 이용하여 폐수처리제나 염색폐수의 처리효과 등에 대한 연구(8)가 되고 있다 그리고 이에 대한 기초적 개념은 Samuelson(25), 本田(26)에 의해 보고된 바 있다. 또한 왕(9)에 의하면 맥반석은 수 중의 대장균이나 생균을 대폭 응집 침강시킬 수 있다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 이러한 개념이 적용되어 폐수처리시 BOD 감소능이 우수한것으로 유추된다.

따라서 활성오니법은 폐수중의 생물을 이용하여 처리하는 방법으로서 생물학적 처리조건인 영양분, 온도, 산소, 생물량, pH, 미생물조건 등 변수가 많을 뿐만 아니라 시설들과 경제성을 고려할 때 맥반석을 이용한 방법이 기존 폐수처리방식 보다 더욱 효율적인 시스템개발을 기대할 수 있다.

표 3-10. Change of biochemical oxygen demand by treated several methods with waste water

unit : ppm

Waste	Waste treated 1st	Activated sludge	Quartz Porphyry		Granite
			Korea	Japan	
168.75	128.00 (24.1)	19.00 (88.7)	24.30 (85.6)	33.19 (80.3)	31.49 (81.3)

() : decrease rate(%) of BOD

10. 콩나물의 생육실험

본 연구에 사용한 콩나물콩은 발아율, 생산수율이 가장 좋다는 전북구례태를 시중에서 구입하여 앞서 기술한 방법에 의하여 화강암, 맥반석을 각각 1.5% 첨가하여 수주액을 제조하였다. 콩나물의 재배는 20℃의 암실에서 6시간 간격으로 수주하여 7일 동안 수돗물과 맥반석에서 석출된 용액에 따른 생육성장에 미치는 영향을 관찰한 결과, 콩나물의 발아길이와 발아율 등 성장된 콩나물 100개를 선별하여 조사하였으나 전체적으로 별다른 유의차를 발견하지 못했다(자료공개 하지 않았음). 김(6)에 의하면 맥반석이 채소작물의 생육단계에 미치는 영향에서 발아 실험시 처리간에 별차이가 없으며 맥반석 살포가 발아에 거의 영향이 없는 것으로 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 그러므로 발아율의 차이는 종자자체 내

의 총실도와 양분의 차이라고 생각된다.

따라서 맥반석에서 추출된 용액이 식물성장을 촉진시키지 못한다는 결론을 얻었다.

11. 탈색 효과

시중에서 구입한 포도주스를 이용, 맥반석의 농도(wt/wt,%)에 따른 탈색효과를 경시적으로 측정된 후 색도계(Hunter Spectrocolorimeter, Color Quest II)로 조사한 결과 <표 3-11>과 같으며 무처리 시료를 기준으로하여 각 농도에서의 탈색효과 즉, 청징도 ΔE 값은 전반적으로 고농도일수록 감소하는 추세를 보였으며,

표 3-11. Effect of decolorization in grape juice from the Quartz Porphyry concentration

Sample		DL	Da	Db	DE
Granite (%)	5	6.65	12.24	3.58	14.38
	10	7.70	3.12	4.80	18.36
	15	6.19	0.99	3.82	14.55
	20	4.44	1.01	2.61	9.71
Korea (%)	5	6.29	12.51	3.96	14.55
	10	1.64	1.01	0.87	2.11
	15	1.69	0.99	0.99	2.20
	20	3.98	3.12	2.42	5.60
Japan (%)	5	6.65	14.34	4.22	16.36
	10	9.14	19.23	5.798	22.06
	15	8.14	14.21	4.34	16.94
	20	8.13	10.16	3.29	13.42

비교적 저농도에서 10% 화강암의 경우 ΔE값이 18.36, 10% 일본산 맥반석은 22.06이었으며, 한국산 맥반석은 5%농도에서 14.55로 나타났다. <표 3-11> 에서 보는 바와 같이 화강암과 일본산은 각각 10%농도에서 ΔE가 최대값을 이루다가 감소하는 반면, 한국산은 다른 구에 비해 일정한 경향을 볼 수 없었는데 왕(9)의 자료에 의하면 맥반석은 물속의 부유물을 응집 침강시키므로 물의 탈색 및 탁도를 대폭 감소시켜 물을 정화시킨다고 했으나 본 연구결과에서는 일정한 경향을 발견할 수 없음에 따라 맥반석의 종류에 기인된 것으로 추측된다. 따라서 이러한 결과로 볼 때 맥반석에 의한 탈색효과는 다소 미흡한 것으로 추론된다

第 4 節 分析結果 要約

지금까지의 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 한국산 맥반석으로부터 흡착 및 여과기능은 단일용액으로 존재하는 경·중금속에서 제거효율이 가장 좋았으며 그 중에서 특히 납, 구리, 카드늄 그리고 비소 등을 실온에서 24시간 진탕했을때 제거율은 각각 99.9%, 99.9%, 95.1%, 66.5%이었다.
- 2) 생리활성기능을 과학적으로 구명하기 위해 원적외선 방사량을 조사한 결과, 한국산 맥반석으로부터는 뚜렷한 원적외선 방사 기능을 발견할 수 없었다.
- 3) 탈취 및 이취효과를 우리의 전통식품인 김치를 이용 살펴본 결과 1-propen 2-thiol의 향기성분만 99.9%제거되었을 뿐 기타 향기성분의 제거효과는 미미하였다.
- 4) 미네랄 용출은 맥반석농도 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%을 탈이온수에 첨가하여 3시간 교반했을때 전 농도에서 음용수 수질기준에 적합한 양질의 식수를 얻

을 수 있었다.

- 5) 포도주스에 맥반석을 첨가하여 pH 변화를 조사한 결과 맥반석 20% 농도에
서 12시간 교반했을 때 pH가 5.63으로 약중성에 도달하였다.
- 6) 계란의 콜레스테롤과 콩나물생육실험 그리고 탈색효과를 경시적으로 살펴
본 결과 뚜렷한 효과가 없었다.
- 7) 폐수를 이용한 생물학적 요구량을 검토한 결과 원수에 비해 BOD가 85.6%
가 감소되었다.

第 4 章 麥飯石의 食品産業 活用

第 1 節 分析結果의 意味

맥반석은 우리의 일상생활에 유용하게 활용될 수 있는 세 가지 주요 기능을 가지고 있다고 알려져 왔다.

첫째는 흡착·여과기능이다. 물질을 흡착 또는 여과함으로써 유해물질 제거, 탈색, PH변화, BOD(생물학적 산소요구량)변화 등을 가져오기 때문에 음용으로 사용하는 원수를 정수하거나 생활 또는 산업 폐수를 일정 수준으로 정화하는데 활용할 수 있다. 현재 시중에는 과학적 분석에 근거하지 않는 상태에서 맥반석의 흡착·여과기능을 이용하여 가정용 음용수의 정수 장치에 많이 활용하고 있다.

둘째, 생리활성화 기능이다. 대중적인 표현으로써 소위 Bio기능으로도 알려져 있는 생리활성화 기능은 맥반석으로부터 원적외선이 방출되어 인체의 건강을 증진시키고 농수산물이나 식품이 보존되는 기간에 신선성을 연장시켜 준다고 하는 것이다. 또한 어떠한 기능이 원인인지는 알려져 있지 않지만 식물 생육을 촉진한다고 일부 알려져 있다. 따라서 맥반석은 사우나장의 가열통에 넣어 사용하거나 건강증진기구(예 : 건신구, 요대 등)로 제품화하여 부착 또는 휴대하여 사용토록 하는 경우도 있다. 일부 상인들이 실험적으로 콩나물 생육이나 과일저장 처리에 맥반석으로 처리한 물을 사용하기로 하는 것으로 알려져 있다.

셋째, 탈취기능이다. 이 기능은 맥반석이 냄새를 제거한다는 것이다. 특히 김치, 된장과 같은 우리 나라 전통식품은 냄새가 사람에게 친화적이지 못하여 냉장고에 맥반석을 넣어 이취를 제거하려는 가정도 있다.

마지막으로 미네랄 용출기능이다. 맥반석 내에 함유되어 있는 일부 미네랄이

수중에서 용출되어 동·식물이나 인체에 유익한 성분을 물에 제공하는 기능이다. 이러한 여러 기능들은 면밀한 과학적 분석 근거 없이 사람들 사이에 전해져 일반 소비자들은 반신반의하면서 일부 맥반석 제품을 활용하고 있는 실정이다. 근년에는 일본에서 맥반석을 활용한 제품들이 유통되면서 국내에서도 적지 않는 수량의 제품이 소비자들의 관심을 끌고 있다.

따라서 이러한 기능들이 실재한다면 동·식물사육, 농수산물 및 식품의 보존기간중 신선도 연장, 식품 산업에서 사용되는 원수의 정수, 가정 및 산업에서 발생하는 폐수 처리 등에 매우 유용하게 사용될 수 있는 것이다. 그러나 맥반석의 이러한 제 기능들은 과학적으로 규명되지 않은 상태였기 때문에 실질적인 산업적 실용화가 적극 이루어지지 못하고 있었다.

따라서 본 연구는 맥반석의 이러한 기능을 면밀하게 규명하고 맥반석 산업화 가능성을 고려한 분석에 중점을 두고 수행되었다. 먼저 흡착·여과기능의 실증 분석에서는 탈색 효과를 제외하고는 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 납(Pb) 등의 중금속 흡착 효과가 매우 높았다. 또한 PH변화에서는 약중성으로, BOD변화에서는 63%의 감소율을 나타냈다.

다음으로 생리활성화기능에 있어서는 원적외선의 방사량이 화강암과 별다른 차이가 없었으며 콩나물을 이용한 생육 실험에 있어서는 일반 수돗물에 의한 생육과 별다른 차이가 없었다. 그리고 탈취 효과 역시 미미하였다. 그러나 무기질 석출 기능에 있어서는 수돗물에 비하여 무기질 함량이 풍부하게 나타났다.

이와 같이 과학적 실증 분석 결과를 근거로 할 때 맥반석은 흡착·여과기능이 뛰어난 것으로 확인되었으며 맥반석의 식품산업 활용은 식품가공시 세척 또는 원료로 사용되는 물을 정수하거나 식품 업체에서 배출되는 오·폐수의 정화 분야로 파악된다.

한편 무기질 석출 기능도 우수한 것으로 나타났기 때문에 식품가공시 수질에

다량의 무기질 함량을 필요로 하는 품목에 맥반석이 활용될 수 있을 것이다.

第 2 節 製品開發 方向

가 정수용

식품가공업체들은 곡물, 채소, 과일 같은 가공 원료를 세척하거나 술, 주스, 식혜 등과 같이 음료 제조의 원료의 일부로서 물을 사용한다. 이렇게 사용되는 물은 식품의 일부로써 인체에 흡수되거나 또는 음료의 맛에 영향을 주기 때문에 식품가공에 있어서 수질은 매우 중요하다.

식품가공업체들이 사용하는 물은 水源에 따라서 지표수, 지하수, 수돗물 등으로 구분된다. 지표수나 지하수는 있는 그대로 사용하지만 수돗물은 약품 등으로 정수 처리된 물이다. 그런데 지표수는 생활용수, 산업폐수, 비료, 농약, 축산폐수 등에 의한 농업폐수 등으로 오염된 경우가 많다. 지하수는 지역에 따라 다르겠지만 산업폐수, 농업폐수 등으로 카드뮴, 납 구리, 질산 등 인체에 유해한 중금속과 화학 성분으로 오염된 경우가 적지 않으며 또한 지질적 특성 때문에 원래부터 오염된 경우도 있다. 수돗물은 인체에 안전하게 처리되었다고 하나 화학약품의 투입, 송수관의 노후 등으로 안전성에 대한 불신과 이취 등으로 가정에서도 대부분 끓여 먹거나 단지 세척용으로 사용하는 경우가 대부분이다. 그렇기 때문에 특히 물을 주원료로 하는 식품가공업체에서는 수돗물을 사용하기가 곤란하다. 따라서 거의 모든 식품가공업체에서 필수적으로 사용하는 가공용수는 소비자에게 유해한 물질이 식품에 함유되지 않도록 정수되어야 할 필요가 있다.

정수를 위한 맥반석 제품은 두 가지 형태를 고려할 수 있다.

첫째는 일정 크기로 분쇄된 맥반석을 물 속에 일정 조건하에 침지시켜 놓아 유

해 물질을 흡착시키도록 하는 방법이다. 이러한 방식의 장점은 맥반석 가공비용이 적게 들고 정수 시설이 간단하여 시설 설치 비용이 저렴하다는 것이다. 단점으로는 흡착 효율이 낮고 일정기간동안 사용 후에 흡착된 유해 물질을 맥반석에서 제거하거나 새로운 맥반석으로 교체를 해 주어야 하는 것이다.

둘째는 맥반석을 가공하여 걸름막(membrane)을 만들어 걸름막에 물을 통과시키는 방식으로 제품 개발을 고려할 수 있다. 이 경우 정수 처리는 용이하나 제품 개발비와 시설설치비 등이 소요되고 걸름막을 주기적으로 세척해 주거나 또는 걸름막을 교체해 주는 과정이 필요하다.

요약컨대 정수용 맥반석 제품의 연구 개발 방향은 분쇄 맥반석이나 가공한 걸름막형태를 취할 수 있으나 시설 비용이 저렴하고 걸러진 유해 물질을 용이하게 제거해 주거나 걸름제품을 저렴하게 교체할 수 있도록 이루어지는 것이 바람직할 것이다.

나. 폐수처리용

식품가공업체에서는 많은 양의 폐수가 배출된다. 폐수의 성격은 가공 품목에 따라 다양하다. 예컨대 김치공장에서는 배추세척물과 절임염수, 두부공장에서는 간수 등이 배출되는 것과 같은 경우이다. 이밖에도 가공 원료나 식품 처리 과정에서 화학약품이나 염료 등이 사용되고 처리 잔여 물질이 배출되기도 한다. 이러한 종류의 폐수는 맥반석을 이용하여 처리가 가능하다. 맥반석은 흡착기능이 우수하고 그 중에서도 중금속 흡착과 BOD변화에 많은 영향을 주기 때문에 중금속이 많거나 BOD가 높은 경우 보다 효과적이라고 할 수 있다. 따라서 식품산업의 폐수처리용 맥반석 제품 개발은 이와 같은 관점에서 이루어지는 것이 적절하며 제품 형태는 정수용과 마찬가지로 파쇄된 맥반석원석을 투입하거나 걸름막으로 가공하는 방식이 고려될 수 있을 것이다.

다. 경제적 타당성

맥반석을 이용한 식품가공용수 정화 시스템 및 오폐수 처리 시스템에 대한 수요를 파악하기 위해 전통식품개발업체 및 산지농수산물가공업체 31개소에 대한 조사를 실시하였다.

조사 대상 업체는 음료제조업체 7개소, 발효식품 제조업체 6개소, 절임류 제조업체 8개소, 기타식품가공업체 10개소였다. 먼저 현재 사용하고 있는 식품가공용수의 형태는 전체의 84%가 지하수를 이용하고 있었으며 상수도 이용 업체는 13%로 나타났다(<표 4-1>참조). 지하수 이용 업체는 연 2회 수질 검사를 통해 안전성 여부를 확인하고 있으며 대부분 자사가 이용하고 있는 지하수의 수질에 대해 안심하고 있는 것으로 조사되었다.

표 4-1. 식품가공용수 형태

단위 : 개소

구 분	음료	발효	절임	기타	계
지 하 수	7	4	8	7	26 (83.9)
상 수 도	0	1	0	3	4 (12.9)
지 표 수	0	0	0	0	0 (0.0)
기 타	0	1	0	0	1 (3.2)
계	7	6	8	10	31 (100.0)

* 기타 1개소는 해수

** ()안은 구성비

식품가공용수의 주된 용도는 전 업체의 71%가 원료 세척용으로 사용하고 있으며, 원료 혼합에 주로 이용하는 업체는 19%로 나타났다. 가공용수를 원료혼합수에 주로 이용하는 업체는 음료 제조업체가 가장 많았다(<표4-2>참조).

표 4-2. 식품가공용수의 주된 용도

단위 : 개소

구 분	음료	발효	절임	기타	계
원료세척	2	5	8	7	22 (70.9)
원료혼합	4	1	0	1	6 (19.4)
청 소	0	0	0	2	2 (6.5)
기 타	1	0	0	0	1 (3.2)
계	7	6	8	10	31 (100.0)

* 기타 1개소는 냉각용

** ()안은 구성비

표 4-3. 식품가공용수의 정수처리 여부

단위 : 개소

구 분	음료	발효	절임	기타	계
정수처리	4	1	0	0	5 (16.1)
비 처리	3	5	8	10	26 (83.9)
계	7	6	8	10	31 (100.0)

* ()안은 구성비

표 4-4. 오폐수 처리시설 유무

단위 : 개소

구 분	음료	발효	절임	기타	계
있 다	5	2	7	2	16 (51.6)
없 다	2	4	1	8	15 (48.4)
계	7	6	8	10	31 (100.0)

* ()안은 구성비

식품가공용수를 정수 처리하여 이용하는지 여부를 조사한 결과, 정수 처리 업체는 전체의 16%에 불과했으며 나머지 업체는 모두 원수를 그대로 이용하고 있었다. 식품가공용수를 정수 처리하여 이용하는 업체는 음료 제조업체에서 가장 많이 나타났다(<표 4-3>참조).

다음으로 오폐수 처리 시설의 유무를 조사한 결과 조사 대상 업체의 52%가 오폐수 처리 시설을 갖추고 있었으며, 나머지 48%의 업체는 오폐수처리시설을 갖추고 있지 않았다(<표 4-4>참조). 오폐수 처리 시설을 갖추지 않은 업체의 비율이 비교적 높은 것은 생산 규모의 영세성, 생산 품목의 특수성에 따른 오폐수처리 시설의 불필요성 때문인 것으로 판단된다.

오폐수 처리 시설을 갖추고 있는 업체의 오폐수 처리 시설 가동 실태를 조사한 결과, 전체의 81%가 항상 가동하고 있는 것으로 나타났고 13%의 업체는 가동하지 않는 것으로 나타났다(<표 4-5>참조). 이처럼 오폐수 처리 시설을 갖추고 있으면서도 가동하지 않는 것은 배출되고 있는 오폐수가 오염 허용 기준치를 벗어나지 않고 있기 때문인 것으로 조사되었다. 따라서 식품가공업체에 대해 불필요한 오폐수 처리 비용이 발생하지 않도록 하는 가운데 실질적으로 규제가 이루어

지도록 하기 위해서는 해당 업체의 생산 품목과 공정에 따라 달라지는 배출 오폐수의 성질을 고려하여야 할 것이다.

표 4-5. 오폐수 처리시설 가동 여부

단위 : 개소

구 분	음료	발효	절임	기타	계
항상가동	4	1	7	0	12 (81.3)
가끔가동	0	0	0	1	1 (6.3)
가동않음	0	1	0	1	2 (12.5)
계	5	2	7	2	16 (100.0)

* ()안은 구성비

표 4-7. 맥반석을 이용한 오폐수처리시스템 도입 의향

단위 : 개소

구 분	음료	발효	절임	기타	계
반드시 이용한다	0	0	1	0	1 (3.2)
비용 저렴하면 이용	2	1	2	2	7 (22.6)
제품을 보고 결정	2	0	0	0	2 (6.5)
이용하지 않겠다	3	3	4	8	18 (58.1)
모르겠다	0	2	1	0	3 (9.7)
계	7	6	8	10	31 (100.0)

* ()안은 구성비

한편, 조사 대상 업체의 오폐수 처리 비용을 조사한 결과, 연간 오폐수 처리 비용(시설투자비 이자 + 가동경비)은 매출액 대비 0.04%~6.51% 수준이었으며, 평균적으로 매출액의 1.16%를 오폐수 처리 비용으로 지출하는 것으로 나타났다.

맥반석을 이용한 오폐수 처리 시스템의 도입 의향을 조사한 결과, 전체 응답 업체의 58%가 '이용하지 않겠다'는 반응을 나타내었다(<표 4-7>참조). 이는 새로운 오폐수 처리 시스템이 개발되더라도 기존의 설비가 갖추어져 있는 경우 추가적인 비용의 발생이 부담으로 작용하기 때문인 것으로 분석된다. 따라서 맥반석을 이용한 오폐수 처리 시스템이 개발될 경우, 기존 설비에 대한 대체 수요보다는 신규 업체에 의한 신규 수요가 중심이 될 것으로 판단된다.

맥반석을 이용한 정수 처리 시스템의 도입 의향을 조사한 결과, '이용하지 않겠다'고 응답한 업체가 전체의 32%였고, 나머지 58%의 업체는 '비용이 저렴하면 이용' 또는 '제품을 보고 결정'하겠다는 입장을 나타냈다(<표 4-6> 참조).

표 4-6. 맥반석을 이용한 정수처리시스템 도입 의향

단위 : 개소

구 분	음료	발효	절임	기타	계
반드시 이용한다	0	0	0	0	0 (0.0)
비용 저렴하면 이용	2	0	4	3	9 (29.0)
제품을 보고 결정	3	2	1	3	9 (29.0)
이용하지 않겠다	1	3	2	4	10 (32.3)
모르겠다	1	1	1	0	3 (9.7)
계	7	6	8	10	31 (100.0)

* ()안은 구성비

최근 환경오염에 의한 음용수에 대한 불신, 식품의 안전성 문제의 대두에 따라 현재 대부분 지하수에 의존하고 있는 식품가공업체에서도 용수의 정수 처리가 불가피하게 될 것으로 전망되므로, 맥반석 처리수가 가공식품의 품질 향상에 미치는 효과가 검증된다면 맥반석을 이용한 정수 처리 시스템의 수요 전망은 밝을 것으로 판단된다. 특히 수질이 가장 중요한 요소 중의 하나인 음료수 제조업체에서 수요가 높을 것으로 전망된다.

그러나 식품가공업체에서 맥반석을 활용한 정수 및 폐수 처리를 채택하느냐의 여부는 맥반석 가공 제품 및 처리 시스템의 경제적 타당성에 의해 좌우된다. 즉 맥반석을 이용한 정수 및 폐수 처리 시스템의 설치비와 운용비가 기존의 다른 정수 및 폐수 처리 시스템에 비하여 기능성이 우월하고 비용이 덜 드느냐의 여부가 중요하다. 경제적 타당성을 판단하기 위해서는 먼저 맥반석 제품이 개발되고 해당 제품을 이용한 정수 및 폐수 처리 설치 시스템이 개발된 다음 관련된 기술적 효율성과 시설 및 운영비용 등이 산출되어 다른 정수 및 폐수 처리 시스템과 비교될 수 있어야 한다.

그러나 현재는 이러한 제품이나 정수 및 폐수 처리 시스템이 개발되어 있지 않아 경제적 타당성은 판단하기가 곤란한 실정으로써 앞으로 제품 개발과 함께 검토·분석되어야 할 과제중 하나이다.

第 3 節 研究課題

본 연구에서 확인된 가능성을 고려하여 맥반석을 식품 산업에 활용하기 위하여서는 몇 가지 연구 과제가 수행되어야 한다.

첫째, 산지별 원석 품질 비교 평가가 이루어져야 한다. 맥반석은 경남북, 전남

북지역에 집중적으로 분포되어 있으나 본 연구에서 사용된 시료는 국내에서 품질이 가장 우수하다고 알려진 전남 완도산을 활용하였다. 그러나 다른 지역에 매장되어 있는 맥반석의 품질이 흡착·여과기능에 있어서 실증적으로 완도산에 비하여 어느 정도이며 활용 가치가 있는지의 여부가 판단되어야 한다.

둘째, 제품 및 시스템 개발과 실증 시험이 이루어져야 한다. 본 연구에서 맥반석이 흡착·여과 기능이 탁월하다고 분석이 되었으나 이는 단지 실험실 조건하에서의 기능 검증이었다. 따라서 가능성이 있다고 분석된 맥반석의 흡착·여과 기능을 정수용과 폐수 정화용으로 활용하기 위한 제품 및 시스템 개발이 이루어져야 하며 이와 함께 산업 현장 조건에서 실증 실험이 수반되어 산업적 활용성이 규명되어야 한다. 특히 어떤 종류의 식품업체에서 보다 효과적이고 보다 유용한 지도 아울러 판단 될 필요가 있다.

셋째, 경제적 타당성의 파악이다. 정수 시설이나 폐수 시설은 비용만 들어갈 뿐 투자 비용에 대한 수익이 돌아오는 것은 아니다. 따라서 다른 방식의 정수나 폐수 정화 방식에 비하여 처리가 효과적이고 비용이 보다 적어야 경제적 타당성을 갖게 된다. 이러한 타당성이 결여되어 있으면 맥반석이 흡착·여과기능을 가지고 있다고 해도 산업적 활용 가치는 없기 때문이다.

第 5 章 要約 및 結論

본 연구는 국내외 맥반석 시장 실태를 분석하고 국내 맥반석 부존 실태를 파악하며 맥반석이 갖고 있는 기능을 과학적으로 구명함으로써 식품산업에의 활용 가능성을 모색하는데 그 주목적이 있다. 이를 위하여 국내외 맥반석 시장 실태는 현지 업체에 대한 면접 조사를 통하여 수집된 자료를 분석하였고 국내 맥반석 부존 실태는 지질 전문가의 자문에 따라 한국동력자원연구소의 지질도를 분석하여 파악하였다. 아울러 여러 가지 맥반석 기능의 과학적 구명을 위하여 다음과 같은 다양한 실험을 실시하였다. 즉 Pb, Cd, Cu, As 등 유해 물질 제거효과를 분석함으로써 맥반석의 흡착·여과기능을 파악하였고, 원적외선 방사량 실험을 통하여 생리활성기능을 분석하였으며, 김치의 향기 성분 탈취효과를 분석함으로써 맥반석의 탈취기능을 구명하였다. 그밖에 용출되는 무기질을 측정하여 맥반석의 미네랄용출 기능을 분석하였고, 포도주스를 이용하여 PH변화와 탈색효과를 측정하였다. 계란을 이용하여 콜레스테롤 변화를 분석하였으며, 폐수를 이용하여 BOD변화를 측정하였고, 콩나물의 생육성장실험을 통하여 식물의 생장에 미치는 효과를 아울러 분석하였다.

구체적인 연구 결과는 다음과 같다.

1. 맥반석 산업현황

- 가) 우리 나라의 맥반석 주요 분포 지역은 경남북과 전남북 지역이며, 분포 면적은 전국적으로 5,615km²에 달하였다
- 나) 국내에서 맥반석은 건강용품 제조 원료, 사우나 및 찜질방, 정수기 필터, 화장품 등으로 활용되고 있다.
- 다) 맥반석 원석은 2개업체에서 1994년 현재 연간 2만여톤을 생산하여 약 47억

원의 매출 실적을 올리고 있으며, 맥반석 정수기, 건강용품 등 맥반석 제품의 시장 규모는 약 760억원에 달하였다.

라) 일본에서 맥반석은 우리 나라보다 훨씬 다양하게 가공되어 고부가가치 상품의 제조에 이용되고 있으며 맥반석에 관한 연구도 상당히 이루어지고 있는 것으로 조사되었다.

2. 맥반석의 기능성 구명 결과

가) 국내산 맥반석의 흡착 및 여과기능은 단일 용액으로 존재하는 경·중금속에서 제거 효율이 가장 좋았으며 납, 구리, 카드뮴 그리고 비소 등을 실온에서 24시간 진탕했을 때 제거율은 각각 99.9%, 99.9%, 95.1%, 66.5%이었다.

나) 생리활성기능을 과학적으로 구명하기 위해 원적외선 방사량을 조사한 결과 원적외선 방사 기능이 미약한 것으로 나타났다.

다) 탈취기능은 우리의 전통식품인 김치를 이용하여 살펴본 결과 1-propen 2-thiol의 향기 성분만 99.9% 제거되었을 뿐 기타 향기 성분은 탈취효과가 미미했다.

라) 미네랄 용출은 맥반석 농도 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%을 탈이온수에 첨가하여 3시간 교반했을 때 모든 농도에서 음용수 수질 기준에 적합한 양질의 원수를 얻을 수 있었다.

마) 포도주스에 맥반석을 첨가하여 pH변화를 조사한 결과 맥반석 20% 농도에서 12시간 교반했을 때 pH가 5.63으로 약중성에 도달하였다.

바) 계란의 콜레스테롤과 콩나물 생육 실험 그리고 탈색효과를 경시적으로 살펴본 결과 뚜렷한 효과가 없었다.

사) 폐수를 이용한 생물학적 요구량(BOD)을 검토한 결과 원수에 비해 BOD가 85.6%가 감소되었다.

3. 맥반석의 식품산업 활용 방향

맥반석의 기능성을 분석한 결과 흡착·여과기능과 미네랄용출 기능 및 BOD 감소 효과가 우수한 것으로 나타남으로써 맥반석은 식품가공업체에서 깨끗한 원료 혼합수나 가공용수를 획득하고 오폐수를 처리하는데 그 활용 가능성이 큰 것으로 판단된다.

4. 과제 및 건의

맥반석을 활용한 정수 및 오폐수 처리 시스템의 제품화를 위한 연구 개발이 앞으로 수행되어야 할 과제이다.

또한 본 연구에서는 시료 구입 여건과 시간적인 제약상 국내 맥반석 시료를 전남 완도의 노화도산 하나에 국한했으나 맥반석의 품질은 산지에 따라 다소 차이가 있으므로 앞으로 국내 여러 지역에서 시료를 채취하여 산지별 맥반석의 기능을 비교 분석하는 연구도 앞으로 수행해야 할 과제이다.

참 고 문 헌

1. 李時珍 : 本草綱目, 10(30-31), 臺灣商務印書館印行 (1968)
2. 麥飯石, 日本 シ”ェムファクトリー · 西尾
3. 麥飯石 事業 檢討, 鮮京建設(株) 附設研究所 (1991)
4. 陳甲德 · 李神雄 · 李壽根 : 麥飯石의 有用性에 關한 研究, 資源問題研究, 5(55-68), (1986)
5. Wha-Ja Lee : Effects of Quartz Porphyry on Cadmium contents in rice during their Cooking and Processing, YeungNam University
6. 김희성 : 맥반석 처리가 몇가지 채소의 생육과 성분에 미치는 영향, 서울여자대학교 대학원 석사학위논문 (1983)
7. 李永雲 : 麥飯石이 有香物質의 吸着에 미치는 麥飯石이 粒子度 溶液의 pH 및 電解質含量의 影響에 關한 研究, 中央大學校 大學院 碩士學位論文 (1983)
8. 金章沃 : 麥飯石에 依한 Uranium이온 除去에 關한 研究, 嶺南大學校 碩士學位論文, (1989)
9. 왕성덕 : 맥반석 분석결과, 한국과학기술연구원, (1991)
10. 국립보건원, 맥반석의 이온용출 및 흡착효과평가(1991)
11. 최성인 · 이정희 · 이서래 : 동물실험에 의한 녹차음료의 카드뮴 및 납 제거 효과, 한국식품과학회지, 26,6(745-749), (1994)
12. 최성인 · 이정희 · 이서래 : 막투과법에 의한 녹차음료의 카드뮴 및 납 제거효과, 한국식품과학회지, 26,6(740-744), (1994)
13. 김면섭 : 영일산 Bentonite의 화학적 처리에 의한 흡착력 개선, 대한화학회지, 16,4(241-248),(1972)
14. 김진만 · 최경수 · 권숙문 · 신방섭 : 국내산 천연 Zeolite광물의 활성화와 폐

- 수 중의 중금속 제거에 관한 연구, 대한광산학회지,19(306-312),(1982)
15. 金涼澤·孫宗洛·崔遠馨·金海源：天然沸石에 關한 研究(天然沸石의 化學處理와 吸着能) 한국화학회지.17,5(331-344),(1979)
 16. 한국공업규격, 내화벽돌의 화학 분석방법,한국규격협회,(1971)
 17. AOAC : Official Methods of Analysis, 15th,ed., Association of Official Analytical chemists, Washington, D.C.,941-09,(1990)
 18. AOAC : Official Methods of Analysis, 15th,ed., Association of Official Analytical Chemists,Washington, D.C.,973-44,(1990)
 19. 김길환 : 콩·두부와 콩나물의 과학,한국과학기술원,(1982)
 20. 金銀實：麥飯石에 의한 重金屬 除去에 關한 研究, 成均館大學校 碩士學位論文
 21. 秋淵在：麥飯石에 의한 重金屬이온 除去에 關한 研究, 嶺南大學敎 碩士學位論文,(1974)
 22. 洪性律：他이온 共存時 麥飯石의 이온 交換能에 關한 研究, 嶺南大學敎 碩士學位論文,(1986)
 23. 第4回 遠赤外線 輻射體 應用技術 심포지움, 원적외선복사원료 및 관련제품의 적외선복사 특성증대, 國立工業技術院 窯業技術院, 97-103(1994)
 24. 益壽富之助：長島之吉先生 により 麥飯石との鑑定も受ける,(1955)
 25. Samuelson, O. : Ion exchanges in analytical chemistry,(1953)
 26. 本田雅健·垣化秀武·吉野論吉：イオン交換樹脂, 廣川事店,(1960)