

오이의 수경재배시 생육과 몇 가지 품질에 미치는 재활용 배지의 영향¹⁾

박권우* · 이호선 · 김호민
고려대학교 생명환경과학대학 생명산업과학부

Effect of Recycled Substrates Culture on the Growth and Some Quality Components of Hydroponically Grown Cucumber¹⁾

Park, Kuen Woo*, Ho Sun Lee, and Ho Min Kang

Division of Bioscience and Technology, College of Life and Environmental Sciences, Korea Univ, Seoul 136-701, Korea

Abstract. This study was carried out to investigate the effect of several substrates; used rockwool, several spent mushroom composts, and common used media, such as rockwool and vermiculite, on growth and fruit quality of cucumber. Cucumber grew dramatically in the rockwool+peatmoss (1:2 v/v) (RP) and fine granular rockwool in hydroponic system using Yamazaki's solution for cucumbers. The yield of cucumber fruit was highest in recycled winter mushroom compost (RW), and followed by 100% perlite (Per), recycled oyster mushroom compost (RO), and RP, but there was no significant difference among these three media. Soluble solid and firmness were higher in Per and vermiculite (Ver), and any difference was not found among the others. Vitamin C was not influenced by kind of substrate. The results confirm that several reused or recycled substrates have high possibilities for use as medium for hydroponic culture in cucumber.

Key words : perlite, reused rockwool, recycled mushroom compost, firmness, vitamin C

*Corresponding author

¹⁾본 연구는 농림부 시행 농림부특정연구사업과제의 일부로 수행된 것임.

서 언

우리나라의 수경재배 면적은 1990년에 약 8ha에서 1998년에 약 550 ha로 급속히 증가하다가 1998년 IMF 이후에 다소 주춤하고 있다(RDA, 2002). 이들의 재배형태는 고행배지경이 주류를 이루며 배지는 필라이트재배가 약 50%, 암면재배가 약 30% 그 외 혼합배지와 기타 배지가 약 20%를 차지하고 있다(Kim과 Kim 2000). 이와 같은 수경재배 면적의 증가에 따라 폐암면 같은 폐배지의 처분이 수경 농가에서는 문제시 되고 있다. 수경 면적의 약 절반이 암면재배인 유럽에서는 배지의 재활용에 대한 연구가 80년대부터 이루어지고 있으며 국내에서도 약 200 ha의 암면 재배 농가에서 생산되는 많은 양의 폐암면의 재활용에 대한 이용에 관심을 가지게 되었다.

폐암면의 문제성이 대두되면서 유럽에서는 80년대에 수경재배를 실시한 후에 농경지에 퇴비로 사용할 수

있는 환경 친화적 고행배지로 각종 바크, 페버섯배지 등의 사용이 시작되었다(Lemaire등, 1985). 그에 따라 이들 유기성 배지의 물리성(Bilderback등, 1982), 적당한 배양액 농도 설정(Boertje, 1986)등을 연구함과 아울러 최근에는 배지내의 수분 동태(Michel등, 1999)등 다양한 연구가 수행되어 왔다.

국내에서도 혼탄 및 왕겨배지경이 실용화되었고 최근에는 코코넛 배지를 수입하여 수경용으로 사용하기 시작하였다(Park와 Kim, 1998). 이런 추세 속에 우리나라는 중국, 일본과 함께 주요 버섯 생산국가로 매년 많은 페버섯 배지가 생산되고 있으나 단순히 퇴비 등으로 사용되고 있어 이들의 재활용도 요구되고 있다(Jeong과 Park, 2002).

따라서 본 연구는 오이를 대상으로 국내에서 발생되는 폐암면, 페버섯 배지와 같은 각종 폐자원이 일반 상용배지처럼 수경용 고행배지경에 사용이 가능한가를 규명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험에 사용한 오이의 공시품종은 ‘은성 백다다기’(홍농종묘)로 실험은 고려대학교 플라스틱 온실에서 수행하였다. 재활용 폐암면·피트모스 (1:2, v/v) 혼합배지를 충전시킨 72공 플러그 트레이에 4월 5일 파종하여 관행적 관리 방법으로 30일간 육묘한 묘를 5월 6일 동일한 배지로 충전시킨 8×6.5 cm 소형비닐포트에 이식하고 10일 간 육묘 후 5월 16일에 시험용 배지에 정식하였다. 재배상은 30×25×240 cm 크기의 배지경 전용 스티로폼 베드를 사용하였으며 배지량은 주당 5 l를 기준으로 하였다. 충분히 관수를 한 다음 주간 25 cm로 7주를 심은 다음 후에 생육이 좋은 4주만을 선별하여 사용하였다.

시험에 사용한 배지는 상용배지로 펄라이트, 질석, 한국UR암면의 입상암면과 슬라브 암면판 등 4종류와 재활용 배지로는 폐암면, 재활용 암면·피트모스(1:2, v/v), 경기도 버섯시험장에서 분양받은 폐에나타리버섯배지, 폐팽이버섯배지 등 4종류로 총 8종류였다(Table 1). 야마자키 조성 오이 배양액(Yamazaki, 1984, KNO₃ 6, Ca(NO₃)₂·4H₂O 7, NH₄H₂PO₄ 3, MgSO₄·7H₂O 4 me·l⁻¹, Fe 3, B 0.5, Mn 0.2, Cu 0.01, Mo 0.05, Zn 0.02 mg·l⁻¹)을 점적튜브를 통해 1일 1.2~2.0 l/plant 수준으로 타이머를 이용하여 공급하였다.

정식 후 65일째인 7월 말에 초장, 엽면적, 생체중, 건물중, 건물율, 줄기직경과 과실의 평균무게, 과장, 총수량, 상품수량(150 g 이상) 등을 조사하여 비교하였다. 또한 품질측정을 위하여 경도계(Instron Universal Testing Machine; IUTM Model 1011)를 이용하여 오이 과실을 상부(과경부위), 중부, 하부(끝부분)로 나누어 측정하였다. 당함량은 digital refractometer(PR-

100, ATAGO)를 이용하여 측정하여 °Brix로 표시하였고, 비타민 C를 측정하였다(AOAC, 1995). 배지의 pH, EC, 양이온 치환용량, 치환성 양이온(K, Ca Mg), 전질소 등을 분석하였다(NIAST, 2000). 재배시험은 3반복으로 하였고 통계분석은 SAS program을 이용하여 Duncan의 다중검정으로 하였다.

결과 및 고찰

정식 후 65일에 각각의 배지 처리구들 중 초장은 한국 UR의 암면(URb)구에서 610 cm로 가장 길었고 폐에나타리버섯배지(RO)구와 펄라이트(Per)구에서 각각 572 cm와 510 cm였다. 그 외 처리구에서는 유의성 있는 차이는 없었다. 엽면적의 경우 재활용 암면 단용구, 폐팽이버섯배지(RW)구에서 각각 751 cm², 755 cm²로 펄라이트 배지구 516 cm² 보다 좋은 결과를 보였으며, RO구에서 495 cm²로 가장 낮았는데, 나머지 처리구 사이에는 유의성이 없었다(Table 2). 이들 초장과 엽면적의 차이는 큰 의미가 없는데 이는 줄기 유인을 했고 하엽은 수확 진행과 함께 적엽 등을 실시하였기 때문이다. 줄기의 직경은 암면 처리구인 재활용암면·피트(RP 1:2, v:v)구에서 가장 굵었으나 식물의 생육을 가능하는 잎과 줄기의 신장증을 합한 식물체의 생체중은 RP구에서 1,199 g으로 가장 좋았고 다음이 URb구로서 1,084 g이었다. 그 외 처리구에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 질석(Ver)구에서 795 g으로 가장 낮았다.

건물중도 유사한 경향을 보여 앞에서는 RP구가 줄기에서는 URb구에서 가장 높게 나타났으나 줄기의 경우 처리간 차이에 유의성은 없었다. 그러나 건물율(%)은 생육이 나빴던 구에서 높게 나타났다. RP구에서

Table 1. Components of substrates using cucumber fruit product by hydroponics.

Substrates	Characteristics components (ratio v/v)	Abbreviations
Perlite	Normal particle type (Samson Co.)	Per
Vermiculite	Normal type	Ver
Reused rockwool	Granulated rockwool slab after using at tomato culture for 5 years	R
Reused rockwool & Peatmoss	Using rockwool + Peatmoss (Canada)	RP
Recycled oyster mushroom compost	Sawdust of Oregon pine + pulp + cottonseed meal (5:3:2 v/v)	RO
Recycled winter mushroom compost	Sawdust of Oregon pine + rice bran (4:1 v/v)	RW
Rockwool (A)	UR rockwool (Fine granulated type)	URa
Rockwool (B)	UR rockwool (Normal slab type)	URb

Table 2. The effect of substrates on growth of cucumber plant at 65 the days after planting.

Substrates ^z	Plant height (cm)	Leaf area (cm ²)	Stem diameter (mm)	Fresh weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)		Dry matter (%)	
				Leaf	Stem	Total	Leaf	Stem	Leaf	Stem
Per	510 ab ^y	516 c	10.8 d	646 a	295 b	941	89 b	47 b	13.8 c	16.0 ab
Ver	442 c	617 b	11.3 c	508 c	287 b	795	80 b	48 ab	15.8 a	16.9 a
R	500 c	751 a	11.8 b	566 ab	366 ab	932	79 b	55 a	13.8 c	15.2 ab
RP	500 c	589 bc	12.7 a	777 a	422 ab	1199	107 a	60 a	13.5 c	14.2 b
RO	572 ab	495 d	11.8 b	520 ab	376 ab	896	77 b	53 ab	15.1 b	14.3 b
RW	485 c	755 a	11.2 c	553 ab	353 ab	906	80 b	52 ab	14.6 b	14.9 ab
URa	500 c	550 bc	11.3 c	511 c	295 b	806	78 b	49 ab	15.3 a	16.8 a
URb	610 a	543 bc	11.8 b	616 ab	468 a	1084	89 b	65 a	14.5 b	14.2 b

^zSee Table 1.

^yMeans separation within rows by DMRT at the 5% level

Table 3. Chemical properties of several substrates for cucumber fruit product by hydroponics

Substrates ^z	pH	EC (dS·m ⁻¹)	C.E.C ^y (cmol/kg)	Exchangeable (cmol/kg)			Total N (%)
				Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	
Per	6.80	0.06	30.3	0.19	0.31	0.05	— ^x
Ver	7.45	0.13	51.5	3.07	0.55	0.19	0.01
R	7.12	0.11	3.8	1.26	0.46	0.21	0.14
RP	5.55	0.56	78.1	7.21	0.75	0.13	0.74
RO	5.46	2.14	50.6	1.36	10.6	0.12	2.56
RW	6.40	2.77	29.4	1.58	—	0.12	0.12
URa	8.16	0.08	3.8	0.56	0.34	0.11	0.21
URb	8.35	0.03	2.5	0.41	0.33	0.14	0.06

^zSee Table 1.

^yC.E.C: cation exchange capacity.

^xNot detected.

모든 생육이 가장 좋았고 다음이 UR구였다(Table 2).

이들의 생육이 좋았던 것은 RP구의 경우 Table 3에서 보듯이 CEC 용량이 컸고, EC가 다른 상용구보다 높았기 때문으로 생각된다. 그러나 오이는 영양생장과 생식생장이 반복되는 식물이므로 잎, 줄기의 생육이 좋다고 반드시 수량이 증진되는 것은 아니다.

5월 16일 정식 후 7월 20일 최종 수확일까지 주당 총수확량을 보면 RW구에서 4.5 kg/plant로 가장 높았다. 이는 상용배지인 Per구의 3.9kg/plant 보다 높은 결과였다. 그러나 지상부 생육이 좋았던 RP구는 3.5 kg/plant, URa와 URb구는 3.0 kg/plant로 낮았다(Table 4). 폐암면 단용구(R)의 총수량이 가장 낮아서 폐암면만을 사용할 경우 오이 재배에는 문제가 있다고 본다. 이와 같은 배지에 따른 수량시험은 재배시기, 배지종류, 작물에 따라 다양한 결과가 나오는데, Park 등

(1990)은 배지 시험에서 오이는 암면 배지의 수량이 토양이나 모래 배지보다 높았는데 토마토에서는 반대로 낮은 경향을 보였다고 하였다.

평균 과실의 무게는 Per구, 입상암면(URa)구, URb구 등 3처리구를 제외하고 200 g 수준이었으며, 그 중 RP구에서 212 g을 나타내 Per, URa, URb의 상용배지구들에 비해 유의성 있는 높은 평균 과실중을 보였다(Table 4). Chung 등(1995)은 오이의 펠라이트경에서 혼탄이나 왕겨의 혼합배지보다 펠라이트 단용배지에서 엽면적과 과실의 수량이 높은 결과를 보였다고 하였다. 이처럼 오이의 재배시 펠라이트가 좋은 결과를 보였는데, 본 시험에서 펠라이트에 비하여 높은 결과를 보인 재활용암면과 피트모스 혼용 배지구와 재활용버섯배지구들은 총수량과 상품과 수량이 보다 높은 수치를 보여 오이재배의 배지로서 앞으로 계속 실용화 연

Table 4. The effect of several substrates on total yield, average fruit weight, marketable yield, soluble solids, and firmness hydroponically grown cucumbers.

Substrates ^a	Fruit length (mm)	Average fruit weight (g/ea)	Total yield (kg/plant)	Marketable yield (kg/plant)	Soluble solids (°Brix)	Firmness (kg/mm)			
						Upper	Middle	Under	Ave.
Per	211 d ^b	195 b	3.9 b	3.5	4.0 a	6.6 a	5.4 ab	5.3 a	5.8
Ver	214 d	206 ab	3.1 c	2.5	4.1 a	6.3 ab	5.6 a	5.4 a	5.8
R	221 bcd	202 ab	2.7 d	2.5	3.9 b	6.3 ab	5.2 bc	5.2 ab	5.6
RP	218 bcd	212 a	3.5 b	3.4	3.9 b	5.9 b	5.0 cd	5.4 a	5.4
RO	227 ab	200 ab	3.8 b	3.5	3.8 bc	5.9 b	5.1 bc	5.3 a	5.5
RW	215 cd	202 ab	4.5 a	4.3	3.9 b	6.0 b	4.8 cd	5.1 ab	5.3
URa	232 a	195 b	3.0 c	2.7	3.8 bc	5.8 b	4.5 d	4.8 b	5.0
URb	224 abc	191 b	3.0 c	2.6	3.7 c	6.1 ab	5.3 ab	5.5 a	5.7
Average	220	200	3.4	3.1	3.9	6.1	5.1	5.3	

^aSee Table 1.^bMeans separation within rows by DMRT at the 5% level

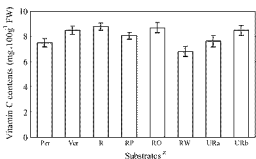
구를 할 필요가 있다고 사료된다. 이런 결과는 팽이버섯배지가 Oregon pinc 돌밭과 왕겨를 4:1로 섞은 후 버섯재배 기간 중에 충분히 분해되어 유기배지로서 좋은 역할을 했기 때문으로 본다. 같은 팽이버섯 배지인 에너타리 버섯배지는 Table 3에 나타난 분석치로는 CEC 이외에는 큰 차이가 없는데 수량이 팽이버섯배지보다 떨어지는 것은 같은 Oregon pinc을 사용하지만 배지 내에 20% 정도가 목화종자 켓키가 들어 있어서 그 속의 어떤 성분이 생육에 악영향을 제공한 것이 아닌가 추측된다. 일반적으로 기름기가 많은 유기질은 보수력이 낮고 종자에 따라서는 생장억제 물질을 가질 수가 있기 때문이다.

배지와 품질과의 관계에 관한 연구들 살펴보면 배지에 따라 과실의 비례와 함께 핵산, 비타민류 등이 과실내의 어떤 종자에 집적이 차별화되는 것이 여러 식물에서 보고된 바 있다(Mather와 Lower, 1980). 당도를 측정된 결과 Ver구에서 4.1 그리고 Per구에서 4.0 °Brix로 높았고 가장 낮은 URb구에서 3.7 °Brix로 상용배지구 처리간에서는 차이를 보였지만 재배용수면 배지구와 재배용버섯 배지구에서는 차이가 없었다(Table 4). 이는 배지의 화학성은 다르지만 동일한 배양액을 사용하여 당의 합성과 전이에 특별한 영향을 주지 않았기 때문이라고 생각된다. Park(1983)은 K와 P시비 등을 차별화하면 당도증진이 가능하다고 하였다. 경도는 과실을 상, 중, 하로 나누어 측정된 결과 상부가 높았으며 중, 하부는 차이가 없었고, 상용배지에서 약간 경도가 높았을 뿐 나머지 배지는 유의성이 인정되

지 않았다(Table 4). 이는 과채류와 근채류에서 경도는 Ca시비수준의 차이나 권수량의 차이 그리고 수확시기의 변화 등에 영향을 받는다고 하였는데(Arthey, 1975), 본 시험에서는 동일한 수준의 배양액, 동일량의 권수 그리고 일정한 크기가 되면 수확을 함으로서 내지간에 경도의 차이가 크게 나타나지 않았다고 사료된다.

다만 Ver구에서 당도에 이어 경도가 가장 높았던 것은 상품수량이 가장 작을 때 따른 집적효과로 본다. 대체로 같은 조건에서 지면 과채류가 크기가 작을 때 당도, 경도 등이 큰 과일보다 높은 경향을 보이기 때문이다.

오이 과실의 비타민 C 함량은 배지 간에 약간의 차이는 보였지만 유의성은 나타나지 않았다(Fig. 1). 이러한 결과는 적정 시비 하에서 식물체내의 주요성분의 함량은 커다란 변화를 나타나지 않고, 적당한 양분

**Fig. 1.** Comparison of vitamin C content of cucumbers in different substrates.

Vertical bars represent standard error (n=9).

^aSee Table 1.

이 공급될 때 길항관계가 있는 양분 이외의 주요성분은 시비량이 어느 정도 증가해도 흡수와 집적에는 큰 변화가 없기 때문에 나타난 결과로 본다(Minotti, 1975). Park (1983)은 시비와 비타민 C 함량 사이의 정의 상관관계와 부의 상관관계를 보고한 바 있는데, 정의 상관관계는 N의 시비량이 어느 수준까지 증가하면 탄수화물을 이용하여 아미노산과 비타민 C의 함량을 증가시킨다고 설명하였다. 반면 부의 상관관계는 N 시비량이 높을수록 잎의 생장이 커짐으로 식물체내의 비타민 C 함량의 희석효과를 가져올 수가 있고 온실에서 과다하게 번무된 잎으로 인하여 차광 효과를 가져와 생육이 불량해지고 광에 노출됨으로서 합성되는 비타민 C의 함량을 감소시킬 수도 있다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 비타민의 함량을 증가시킬 수 있는 비료성분의 변화와 같은 요인이 제공되지 않았기 때문에 상승 또는 감소가 없었다고 본다. 그러나 앞으로 기능성 오이 생산을 위해서는 본 시험에서 선발된 배지를 이용하여 비타민이나 기타 성분의 함량증진을 위한 연구도 필요하다고 사료된다. 왜냐하면 순수수경에서 배양액으로만 재배하는 것보다는 100% 유기성 배지에서 수경 재배하는 것이 수경재배 상품의 이미지 제고에 따른 소비자의 선호도를 증진시킬 수가 있기 때문이다. 이상의 연구 결과로서 폐암면이나 페버섯 배지는 상용 암면이나 펠라이트처럼 좋은 오이 수경재배 배지로 사용할 수 있음을 알았다. 다만 농가에 따라 폐암면에 잔류하는 영양소의 함량이 다르고 버섯배지의 종류도 다양하여 이들을 사용할 때는 식물의 종류와 생육에 따라 배양액농도 및 수분 관리에 유의할 할 필요가 있다고 본다.

적 요

오이의 생육과 과실의 품질에 미치는 폐암면, 몇가지 페버섯 배지, 밤나무 파쇄입자, 질석, 펠라이트, 상용암면의 효과를 실험한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

아파자키 조성 오이 배양액을 이용한 배지경에서 식물체 생육은 폐암면+피트모스 혼용구와 입상UR암면에서 좋았다. 그러나 오이 총수량은 폐팽이버섯 배지에서 가장 많았다. 다음으로 펠라이트, 폐에스타리버섯 배지, 폐암면+피트모스(1:2 v/v) 순서였는데 이들 세 처리간에는 유의차가 없었다. 당도와 경도는 펠라이트와 질

석구에서 높았으며 그 이외는 처리구 상호간에 큰 차이가 없었다. 비타민 C 함량은 배지구간에 일정한 경향이 없었다.

이상의 결과로 미루어 폐배지도 오이의 수경재배 배지로 이용 가능성이 매우 크다는 것을 알 수 있었다.

주제어 : 펠라이트, 폐암면, 페버섯 배지, 경도, 비타민 C

인 용 문 헌

1. Arthey, V.D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths. London.
2. AOAC. 1995. Vitamin C (total) in vitamin preparations. AOAC official methods of analysis 2, 967. 22.
3. Benoit, F. 1990. Economic aspect of ecologically sound soilless growing methods. Technical Communications European Vegetable R&D Center.
4. Bilderback, T.E., W.C. Fonteno, and D.R. Johnson. 1982. Physical properties of media composed of peanuts hull, pine bark, and peat moss and their effect on azalea growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:522-525
5. Boertje, G.A. 1986. The effect of the nutrient concentration in the propagation of tomatoes and cucumber on rockwool. Acta Hort. 178:59-66.
6. Chung, S.J., B.S. Seo, J.K. Kang and H.K. Kim. 1995. Development of a nutriculture system for fruit vegetables using perlite and its mixtures with other substrates II. Effects of substrates on the growth and fruit quality of hydroponically grown tomato. J. Bio-Env. Cont. 5:7-14 (In Korean).
7. Jeong, B.R. and K.W. Park. 2002. Development of growing media for plug and hydroponic culture of vegetable and floral crops. Min. of Agri. and For. (ARPC Report) (In Korean).
8. Kim, Y.C. and K.Y. Kim. 2000. The status, problems, and projects of the nutrient culture in Korea. Kor. Res. Protected Hort. 13:74-82 (In Korean).
9. Lee, M.Y., and B.R. Jeong. 2002. Rooting and growth of kalanchoe 'Gold Strike' cutting in various mixtures of CGF. J. Bio-Envir. Cont. 11:108-114 (In Korean).
10. Lemaire, F., A. Dartigues, L.M. Riviere. 1985. Properties of substrate made with spent mushroom compost. Acta Hort. 172:13-19.
11. Kim, O.I., J.Y. Cho, and B.R. Jeong. 2000. Medium composition including particles of used rockwool and wood affects growth of plug seedlings of petunia Romeo. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 18:33-38 (In Korean).
12. Mather, J. and R.L. Lower. 1980. The effect of fruit

- size on various fruit quality characteristics. *Cucurbit Genet. Coop. Rep.* 3:15-16.
13. Meas, E.F. and R.M. Anderson. 1975. Peat, bark and mixtures for nursery substrate. *Acta Hort.* 50:475-151.
 14. Michel, J.C., L.M. Riviere, M.N. Bellon-Fontaine. 1999. Characterisation of the wettability of organic substrates (peat and composted bark) by absorption measurements. *Acta Hort.* 481:129-135.
 15. Minotti, P. L. 1975. Plant nutrition and vegetable crop quality. *HortScience* 10:54-56.
 16. National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST). 2000. Analysis method of soil and plant. p. 103-142. NIAST, Suwon, Korea (In Korean).
 17. Nelson, P.V. 1991. Greenhouse operation and management, 4th ed. Prentice Hall.
 18. Park, K.W. 1983. Effects of fertilization, irrigation and harvesting period on the quality of vegetable crops. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 24:325-337 (In Korean).
 19. Park, K.W., Y.B. Lee, N.H. Choi and J.C. Jeong. 1990. Effects of culture media and nutrient solutions on the yield and quality of cucumber and tomato. *Kor. J. Env. Agri.* 9:143-151 (In Korean).
 20. Park, K.W. and Y.S. Kim. 1998. Hydroponics in horticulture. Academic Press, Seoul (In Korean).
 21. Rural Development Administration(RDA). 2002. Management of high-technological greenhouse and new technique of hydroponics. p. 11-29. Sangknoksa, Suwon, Korea (In Korean).
 22. Yamazaki, K. 1984. Nutrient solution culture 2nd Ed. Hak-Kyo Co. Tokyo (In Japanese).