

깻잎에 있어 Ca, Mg의 존재형태와 수확후의 변화

최영희

대구산업정보대학 조리과

Chemical Forms of Ca, Mg Compounds Occuring in Perilla Leaves and Their Changes after Harvest

Young-Hee Choi

Dept. of Food Preparation, Daegu Polytechnic College

Abstract

The chemical forms of calcium compounds in perilla leaves and their changes after harvest were investigated. The four types of calcium compounds extracted were as follows: water soluble calcium(F-I : mainly water soluble organic acid salts and calcium ion), 1N-sodium chloride soluble calcium(F-II : calcium-pectate and calcium-carbonate), 2%-acetic acid soluble calcium(F-III : calcium-phosphate), and 5%-hydrochloric acid soluble calcium(F-IV : calcium-oxalate).

The calcium content of perilla leaves was not found to vary with their age. Relatively high levels of F-I (28.4~39.5) and F-II (34.4~47.4) were found in young and mature leaves while the F-IV constituted 15.6~21.6% of the total calcium.

The F-IV calcium contents of perilla, spinach and jaso were 16.8, 42.4 and 22.3%, respectively. In contrast to calcium, magnesium existed as water soluble magnesium at the highest content of 90.6% in spinach while 62.9% and 16.8% of the total magnesium existed as water soluble magnesium in perilla and jaso, respectively. The change in vitamin C and F-IV calcium content were examined for 7 days after harvest. Vitamin C content decreased slowly at the beginning but rapidly from the 4th day after harvest. On the other hand, the F-IV calcium content increased slowly at the beginning and rapidly from the 4th day of observation. This result suggests that the increase in F-IV calcium is related to the decrease in vitamin C content. This phenomena was more distinctly observed at 20°C than 5°C.

Key words: perilla leaves, calcium compounds, magnesium compounds, vitamin C.

I. 서 론

칼슘은 한국인의 식생활에서 여전히 부족한 대표적인 원소이고^{1~3)}, 오늘날에 있어서는 골다공증의 문

이 논문은 2001년도 대구산업정보대학 교비 연구비에 의한 것임.

제가 부각되면서 칼슘의 섭취가 더욱 중요시되고 있다^{4~8)}. 칼슘의 섭취원으로는 유제품과 뼈째 먹는 생선의 섭취를 권장하지만 인체의 무기질 성분의 섭취 원은 주로 섭취량이 많고 땅에 균원을 둔 식물성 식품이라고 생각된다. 그 중 깻잎과 같은 채소류는 일반적으로 수분이 대부분으로 열량원이라기 보다는 비타민과 무기질의 좋은 급원식품이다. 더욱이 최근에는 식생활 양상이 변화되어 비만을 비롯한 각종 성인병이 급격히 증가하고 있으므로 채소는 질병과 관련된 기능성 식품으로서 그 섭취가 더욱 강조되고 있다. 그러나 일반적으로 채소의 칼슘은 우유에 비하여 그 흡수율이 매우 낮다고 알려져 있으며 이들 칼슘의 흡수가 좋지 못한 이유는 식물세포에 존재하는 수산이 칼슘과 결합하여 불용성의 수산칼슘으로 존재하는 비율이 높기 때문이다⁹⁾. 따라서 칼슘의 작용은 단순히 함량뿐만 아니라 그 존재 형태가 상당히 영향을 미치므로 식물체의 칼슘이 어떤 형태로 존재하는가에 대한 연구도 함께 병행되어 효과적인 칼슘 이용에 대한 평가가 보다 절실히 요구되고 있다.

채소류에 함유된 칼슘은 일반적으로 많이 섭취하는 사람에게는 중요한 영양적 의의를 가지며 식물체에 있어서도 세포벽, 세포막, 효소 등의 구조와 기능의 안정에 기여하고 있다¹⁰⁾. 토마토와 양상치에서 볼 수 있는 생리장애는 식물체 중의 칼슘 함량의 다소가 관여하고 있다고 알려져 있으며 토마토의 경우 칼슘을 처리함으로써 추숙을 억제시킬 수 있다는 보고가 있다¹¹⁾. 이렇듯 칼슘은 인간뿐 아니라 다른 생물체의 생리작용과도 밀접한 관계에 있지만 인체에서 얼마나 유효하게 이용될 수 있을지에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 깻잎의 무기성분 분석을 바탕으로 칼슘과 마그네슘의 존재형태를 분석하여 흡수율에 영향을 미치는 수산칼슘에 대한 비율을 측정하고 아울러 수확 후 비타민 C의 감소와 수산칼슘의 증가가 상호관련이 있는지를 규명함으로써 보다 효율적인 칼슘과 마그네슘의 이용에 대한 새로운 정보를 제공하고자 한다.

II. 연구내용 및 분석방법

1. 연구내용

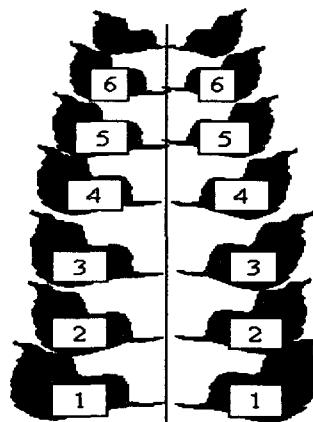


Fig. 1. Leaf position of perilla leaves.

1) 깻잎의 엽령에 따른 Ca, Mg 존재형태

들깨를 직접 파종하여 재배하면서 성장과정에 따라 잎을 채취하여 비타민 C와 주요 무기성분을 분석하였다. 씨앗은 영천 재래종으로 엽실겸용이었다. 1999년 3월 31일(낮 최고기온 평균 20°C)에 파종하여 보름 뒤인 4월 15일경에 싹이 돋았고 본 잎이 5~6매 정도 자랐을 무렵(5월 10일~15일) 옮겨심기하였다. 7월 말부터 8월 중순에 걸쳐 엽령에 따른 영양성분을 비교하기 위하여 가장 아래쪽에 마주 난 잎을 1번으로 하여 주가지를 따라 자란 잎에 번호를 부여하고 차례로 6번 잎까지를 대상으로 하였다(Fig. 1).

깻잎은 12그루에서 번호마다 각 2엽씩 모두 24엽 씩을 채취하여 수돗물로 두 번, 중류수로 한 번 씻은 후 물기를 제거한 다음 액체질소로 동결시킨 것을 빙서로 갈아 분석시료로 하였다.

시금치 및 자소의 칼슘, 마그네슘 존재형태도 깻잎과 비교하기 위하여 실험을 병행하였는데 시금치는 시판의 것을 이용하였고 자소는 깻잎처럼 재배한 것을 이용하였으나 그 경향을 보기 위한 것이었으므로 엽령과는 상관없이 이루어졌다.

깻잎은 일본 교토부립대학 부속농장에서 재배하였으며 분석은 역시 같은 학교 식보건학과 식사학 연구실에서 이루어졌다.

2) 저장기간 및 저장온도에 따른 비타민 C와 Ca 존재형태

수확 후 비타민 C의 감소가 수산칼슘의 증가와 관련이 있는지를 알아보기 위하여 저장에 따른 비타민 C와 칼슘 존재형태에 대한 함량을 분석하여 그 상관관계를 검토하였다.

이 때의 깃잎은 성숙잎을 채취하여 고루 섞어 엽수를 같게 하여 폴리에틸렌 봉지에 넣은 다음 5°C, 20°C에 보관하면서 수확당일을 0일로 하여 저장 1, 3, 7일째 각각 비타민 C와 칼슘, 마그네슘에 대한 분석을 행하였다.

2. 분석방법

비타민 C의 정량은 hydrazine비색법¹³⁾에 의하여 정량하였으며, 칼슘과 마그네슘의 존재형태는 南出 등의 방법^{10,11)}에 준하여 물(유리되거나 유기산과 결합한 것), 2% CH₃COOH(단백질, 펩틴과 결합한 것), 5% HCl(인산과 결합한 것), 6N HCl(수산과 결합한 것)의 용매로 차례로 추출한 후 원자흡광분석법¹⁴⁾에 의하여 측정하였다.

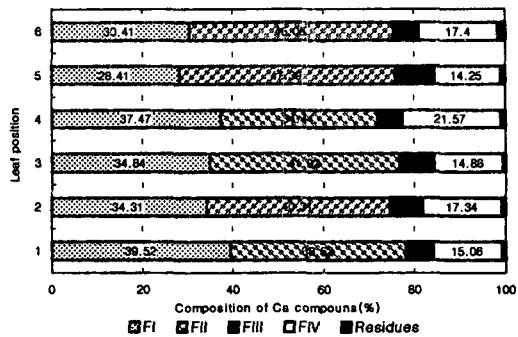


Fig. 2. Leaf position and Ca compounds.

III. 결과 및 고찰

1. 염령에 따른 깃잎의 Ca, Mg 존재형태

재배 깃잎을 대상으로 염령에 따른 차이를 알기 위하여 잎의 위치에 따라 Ca과 Mg의 존재형태를 분석하였다. 칼슘의 함량은 성숙잎인 1번잎에 가장 많

Table 1. Leaf position and Ca compounds fractionated in 4 forms of perilla leaves

mg%(fw*)

Fraction No.	Leaf position					
	1	2	3	4	5	6
Ca	F-I	164.62	136.68	134.22	131.61	91.54
	F-II	160.46	160.58	161.50	120.97	152.70
	F-III	25.58	28.80	29.39	19.07	28.39
	F-IV	62.73	69.08	57.33	75.76	45.91
	Residues	3.16	3.23	2.81	3.83	3.67
Total		416.55	398.37	385.25	351.24	322.21

Fraction No.	Leaf position					
	1	2	3	4	5	6
Mg	F-I	41.51	40.33	51.36	36.75	54.57
	F-II	24.27	31.29	25.10	42.27	55.70
	F-III	3.11	2.99	3.24	3.50	4.19
	F-IV	2.86	3.46	3.08	3.70	4.34
	Residues	0.59	0.26	0.36	0.52	0.42
Total		72.34	78.33	83.14	86.74	119.22

F-I : Ca soluble in water.

F-II : Ca soluble in sodium chloride.

F-III : Ca soluble in 2% acetic acid.

F-IV : Ca soluble in 5% hydrochloric acid.

*fw : fresh weight.

고 미성숙잎인 6번잎에 가장 적게 함유되어 있는 반면 마그네슘의 함량은 칼슘과는 반대로 성숙잎보다는 미성숙잎, 즉 엽령이 낮은 잎일수록 함량이 많았다(Table 1). Table 1을 기초로 칼슘과 마그네슘의 조성을 백분율로 나타내어 보면 Fig. 3, 4와 같으며 칼슘의 경우 물 가용성분획은 1번 잎이 39.51%로 가장 많고 다음은 4번 잎으로 37.47%였으며, 마그네슘은 3번 잎이 61.78%, 1번 잎이 57.38%였다. 채소류의 칼슘을 섭취함에 있어서 가장 문제가 되는 수산칼슘 분획인 F-IV는 4번 잎에는 21.57%로서 가장 많았고 3번 잎에는 14.88%로서 적었지만 엽령이 낮은 미숙잎이나 엽령이 많은 성숙잎에 대한 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 南出¹⁰⁾에 의하면 시금치의 엽령에 따른 칼슘의 존재형태는 엽령의 진행에 따라 F-IV분획이 증가하고 나머지 분획은 감소하였다고 보고하였다.

마그네슘의 경우는 수용성 분획 F-I과 소금물에

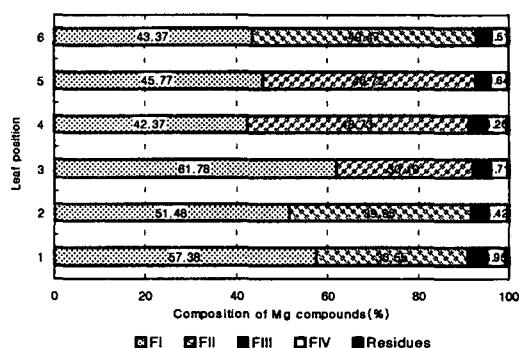


Fig. 3. Leaf position and Mg compounds.

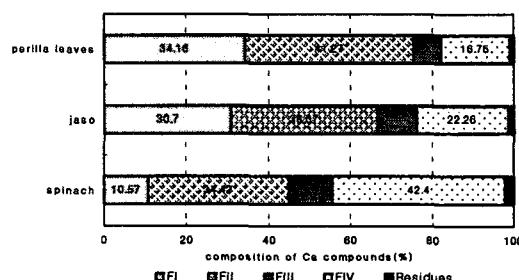


Fig. 4. Comparison of Ca compounds in perilla leaves, jaso, spinach.

Table 2. Contents of Ca, Mg compounds fractionated in 4 forms of spinach and jaso mg%(fw*)

	Fraction No.	Ca	Mg
Spinach	F-I	3.24	67.92
	F-II	10.56	5.57
	F-III	3.24	0.92
	F-IV	13.00	0.41
	Residues	0.63	0.15
	Total	30.67	74.97
Jaso	F-I	62.43	19.55
	F-II	73.36	28.48
	F-III	19.25	4.30
	F-IV	45.26	63.71
	Residues	3.06	0.30
	Total	203.36	116.34

F-I : Ca soluble in water.

F-II : Ca soluble in sodium chloride.

F-III : Ca soluble in 2% acetic acid.

F-IV : Ca soluble in 5% hydrochloric acid.

* fw : fresh weight.

녹는 F-II분획이 90% 이상을 차지하였으며 수산과 결합한 F-IV의 비율은 약 4% 정도에 불과하였다.

수산칼슘의 함량이 많아 칼슘의 흡수율이 낮다고 알려진 대표적인 채소는 시금치이다. 南出¹⁰⁾의 연구에 의하면 시금치에 있어서 Ca의 존재형태는 가용성 분획인 F-I은 약 3%인데 비하여 수산칼슘 분획인 F-IV는 약 65%로 조사된 바 있다.

본 실험에서도 깻잎과 비교하기 위하여 시금치와 자소(차조기)에 대하여 그 존재형태를 측정하였으며 Table 2 및 Fig. 4와 같이 시금치의 경우 수용성인 F-I분획은 10.57%인데 비하여 수산칼슘 분획인 F-IV는 42.40%로 나타나 본 실험에서도 같은 결과를 보였다. 한편, 자소는 수용성 칼슘분획이 30.70%, 수산칼슘 분획이 22.26%로 나타나 깻잎에 비하여 수산칼슘 분획이 많은 편이었다. 이러한 결과로부터 깻잎은 시금치나 자소에 비하여 수산칼슘의 비율이 낮으므로 칼슘의 체내 이용면에서 유리할 것으로 판단된다.

마그네슘의 존재형태는 Fig. 5와 같이 시금치의 경우 칼슘의 존재형태와는 다르게 F-I분획이 90.6%로 가장 많았는 반면 자소는 F-I분획은 16.80%인

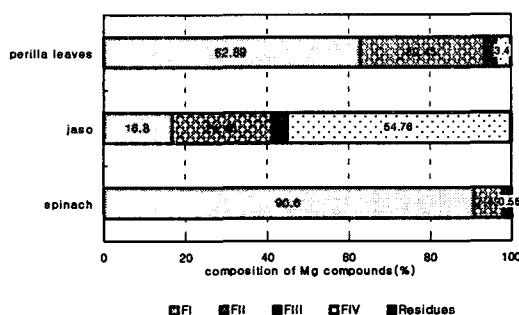


Fig. 5. Comparison of Mg compounds in perilla leaves, jaso, spinach.

데 비하여 수산과 결합한 마그네슘은 54.76%를 차지하여 깻잎이나 시금치에 비하여 마그네슘의 체내 이용율이 낮을 것으로 추정된다.

2. 저장기간 및 저장온도에 따른 비타민 C와 Ca 존재형태

엽채류는 일반적으로 비타민 C를 많이 함유하고 있지만 수확한 후 저장하면 잎이 누렇게 변하는 황화 현상과 함께 비타민 C도 급격히 감소한다. 이 비타민 C 분해경로의 하나는 디케토글루콘산을 거쳐 수산이 되는 것이다. 따라서 깻잎에 있어서도 저장기간에 따른 비타민 C의 감소가 수산칼슘 분획과 관련이 있는지를 검토하였다. 저장기간은 1주일이었으며 수확 당일을 대조군으로 하여 5°C와 20°C에서 1, 4, 7

Table 3. Ascorbic acid contents in perilla leaves by storage days mg% (fw*)

Storage temp.(°C)	Storage days	TAA	AsA	DHA
		0	1	4
5°C	0	96.43	20.27	76.16
	1	95.18	20.21	74.97
	4	85.42	10.81	74.61
	7	84.86	10.16	74.70
20°C	1	93.56	20.06	73.50
	4	79.18	8.03	71.14
	7	77.56	9.96	67.60

TAA : Total ascorbic acid, AsA : Ascorbic acid.

DHA : Dehydroascorbic acid.

*fw : fresh weight.

Table 4. Contents of Ca compounds in perilla leaves by storage days mg% (fw*)

Fraction No.	Storage temp.(°C)	Storage days		
		0	1	4
F-I		132.02	129.80	119.15
F-II		101.99	100.65	89.53
F-III	5	17.23	25.17	28.97
F-IV		43.83	45.03	48.04
Residues		3.07	0.78	1.98
Total		298.14	301.43	287.67
				269.34
F-I		132.02	117.03	104.30
F-II		101.99	98.82	105.79
F-III	20	17.23	26.10	28.88
F-IV		43.83	47.53	50.27
Residues		3.07	0.49	2.51
Total		298.14	289.97	291.75
				270.68

F-I : Ca soluble in water.

F-II : Ca soluble in sodium chloride.

F-III : Ca soluble in 2% acetic acid.

F-IV : Ca soluble in 5% hydrochloric acid.

*fw : fresh weight.

일제 실험하였고 그 결과는 Table 3과 같다.

비타민 C 함량은 7일째의 저장에서도 비교적 잔존율이 높아 5°C에서는 88.0%, 20°C에서는 80.4%였다. 일주일 이상 진행한 별도의 실험에서는 10일 이상 되면 잔존율이 급격히 저하되는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 특히 실온의 경우는 일주일 이상의 저장은 무리라고 생각된다.

비타민 C 손실율과 Ca의 존재형태를 비교하여 보면 저장기간에 따라 비타민 C와 물에 가용성인 F-

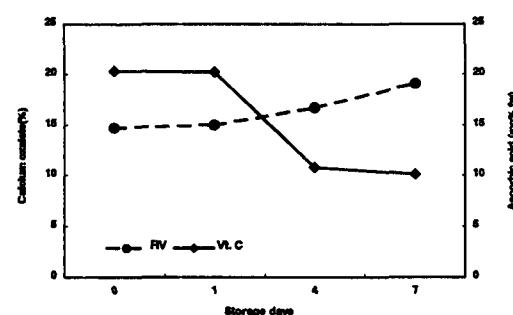


Fig. 6. Ascorbic acid and calcium oxalate (5°C).

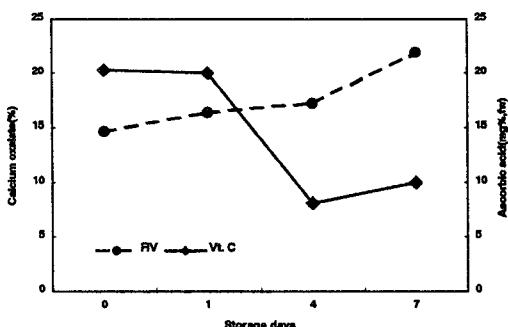


Fig. 7. Ascorbic acid and calcium oxalate(20°C).

I 분획은 감소하였지만 수산칼슘 분획인 F-IV는 수확 당일의 14.7%에서 저장 7일째에는 5°C가 19.08%, 20°C가 21.89%로 증가하였으므로 깻잎에 있어서도 비타민 C의 감소와 더불어 수산칼슘의 증가를 확인 할 수 있었다(Fig. 5, 6).

이러한 결과로 미루어 깻잎을 포장하지 않은 채로 실온에서 유통하는 것은 빠른 비타민 C의 분해를 촉진하고 이로써 수산칼슘의 증가를 초래하여 영양적 손실을 가져오므로 포장을 하여 저온에서 유통되는 것을 이용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

IV. 요 약

깻잎에 있어 칼슘의 생리작용을 밝히기 위하여 조직 중의 칼슘의 존재형태에 대하여 조사하였다. 즉 조직 중의 칼슘을 물(F-I), 1N 소금(F-II), 2% 초산(F-III), 그리고 5% 염산(F-IV)의 각 용매를 이용하여 차례로 추출하여 각 분획의 칼슘과 마그네슘 함량을 측정하였다. 아울러 이 중 칼슘 분획이 저장 기간과 저장온도에 따라 어떻게 변동하는가를 검토하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 엽령에 따른 칼슘의 존재형태를 분석한 결과 모든 엽령에서 F-I (28.41~39.52%)과 F-II (34.44~47.39%) 비율이 높았으며 F-IV는 15.6~21.57%로 수산칼슘으로의 존재가 많지 않았다.
마그네슘의 존재형태는 F-I과 F-II가 90% 이상을 차지하였으며 F-IV는 4%에 불과하였다.
2. 깻잎의 F-IV 칼슘비율을 시금치 및 차조기의 그 결과 비교한 결과 깻잎은 16.75, 시금치는 42.4,

자소는 22.26%가 수산칼슘 형태로 존재하여 깻잎에서의 비율이 가장 낮음이 확인되었다.

마그네슘의 존재형태는 칼슘과는 다르게 시금치에서 수산과 결합한 비율이 가장 낮았으며 수용성 분획인 F-I 칼슘이 90.6%를 차지하였으며 깻잎과 자소는 각각 62.89, 16.8%로 조사되었다.

3. 수확 후 7일간 5°C와 20°C에서 저장하면서 비타민 C와 F-IV 칼슘의 변화추이를 분석한 결과 비타민 C는 저장 1일 째는 감소가 완만하나 4일 째에 급격히 감소를 보였다. F-IV 칼슘의 경우는 저장 1일 째 완만한 증가를 보이다가 역시 4일 째 급격한 증가를 보였다. 이로써 비타민 C가 감소할수록 수산칼슘의 비율이 증가한다는 사실이 입증되었다. 이러한 경향은 5°C보다는 20°C에서 더욱 두드러지게 나타났다.

V. 인용문헌

1. Han, J. S., Lee, Y. J., Choi, Y. H., Song, J. E. and Kweon, S. H.: A Study on the Preference for Calcium Source Foods and Ca Intake of High School and College Students in Daegu Area, *J. of the East Asian of Dietary Life*, 7(3):331-340, 1997.
2. Han, J. S., Choi, Y. H. and Kim, H. I.: A Study on the Preference for Calcium Source Foods Middle School in Daegu Area, *J. of the East Asian of Dietary Life*, 7(4):475-483, 1997.
3. Han, J. S., Lee, Y. J., and Choi, Y. H.: A Study on the Preference for Calcium Source Foods, Recognition and Calcium Intake of a Middle-Aged People, *Korean J. Soc. Food Sci.*, 14(1):33-43, 1998.
4. Smith, E. S., Gillian, E. G., Smith, P. E. and Sempos, C. T.: Calcium supplementation and bone loss middle-aged women, *Clin. Nutr.*, 50: 833-842, 1989.
5. Matkovic, V. and Ilich, J. Z.: Calcium requirements for growth, *Nutr. Rev.*, 51(6):171-180, 1993.

6. Abrams, S. A., Grusak, M. A., Stuff, J. and O'Brien, K. O.: Calcium and magnesium balance in 9-14-y-old children. Am. J. Clin. Nutr., 66:1172-1177, 1997.
7. Kristinsson, J. O., Valdimarson, O., Steingrimsdottir, L. and Sigurdsson, G.: Relation between calcium intake, grip strength and bone mineral density in the forearms of girls aged 13 and 15. J. Intern. Med., 236:385-390, 1994.
8. Heaney, R. P.: Nutritional factors in osteoporosis. Annu. Rev. Nutr., 13:287-316, 1993.
9. 高宮和彥 : 野菜の科學, 朝倉書店, 1993.
10. Minamide, T., Goto, C. and Iwata, T.: Forms of Calcium Compounds and Their Changes after Harvest in Fruits and Vegetables. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 54(4): 507-513, 1986.
11. Minamide, T., Ueda, Y. and Iwata, T. : Changes in Forms of Calcium in Tomato Fruit during Ripening. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 56 (1):39-44, 1987.
12. 加藤保子外: 食品學總論, 南江堂, 1996.
13. 岩尾裕之, 高居百合子: ビタミンの分析, 講談社
1972
14. 鈴木正己: 原子吸光分析法, 共立出版, 1984.