

製紙스러지 堆肥의 農業的 利用研究

I. 강남콩에 對한 施用效果

張基運* · 金相德** · 崔宇永* · 李奎承*

Agricultural Utilization of Paper Mill Sludge Manure Compost

I. Effects on the Growth of Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Ki-Woon Chang*, Sang-Deog Kim**, Woo-Young Choi*, and Kyu-Seung Lee*

SUMMARY

A study was carried out to know the effects of two kinds of paper mill sludge manure compost(SMC) on the growth and chemical components of kidney bean(*Phaseolus vulgaris*) : Control(SMC-0) contained chemical fertilizer only, sludge manure compost-1(SMC-1) contained 18% of swine manure and 8% of sawdust of the total weight of the manure in addition to the chemical fertilizer, and sludge manure compost-2(SMC-2) contained swine manure without sawdust a third of the total by weight on a fresh weight basis.

1) Kidney bean treated with SMC-1 and SMC-2 showed the increasing tendency of values meristem height, stem diameter, pod number per plot and total grain yield when compared to control(SMC-0) treatment.

2) Though there was not a significant difference between SMC-1 and SMC-2 treatments on the growth, SMC-1 tended to increase the value of meristem height, stem diameter, pod number per plot and total grain yield of kidney bean.

3) The contents of aluminium, iron and zinc in kidney bean were higher than other elements, though there was no significant difference between the treatments. And those of chromium, lead and cadmium were negligible.

4) From the results obtained, it can be said that SMC application has more favorable effects on the growth of the plant than control(SMC-0). The effects of SMC-1 application on the growth of kidney bean was more favorable than those of SMC-2.

緒 言

堆厩肥를 토양에 연속해서 시용할 때 토양 유기물은 풍부해지고 토양의 물리적, 화학적 및 생물학적인 성질은 改善되지만, 土壤環境이 作物의 생육에 적합한 경우에는 유기질 비료를 施用해도 收量 증가가 나타나지 않거나 시간이 經過되어야 수량에 대한 효과가 나타나는 포괄적이고도 복잡한 면이 있다^{2,9)}.

척박한 토양이나 유기물 함량이 적은 토양에서는 퇴비의 시용이 필수적이다^{6,7,10)}. 따라서 이제까지 사용해 오던 화학비료보다는 유기질 비료의 생산 및 시용이 필요하게 됨으로써 유기질비료의 선호도가 점차 증가하고 있다. 한편 산업폐기물의 일종인 제지스러지는 우리나라에서 연간 100여만톤이 생산되며, 유기물함량이 60% 정도인 이러한 제지스러지를 토지에 환원시키기 위한 연구들이 진행되고 있다^{11,13,18)}.

* 忠南大學校 農科大學(College of Agriculture, Chungnam Nat'l University, Yusong-gu, Taejon, Korea)

** 中部社會産業大學(Chungbu Socio-Industrial College, Kumsan-gun, Chungchong Nam-do, Korea)

○ 본 논문은 韓國科學財團에서 시행한 特定研究開發事業 연구결과의 일부임.

도시 또는 산업폐기물을 안전하게 農地에 還元시키기 위해서, 그러한 물질에 대한 作物의 生育반응 또는 잔존 중금속함량에 관한 조사 및 토양에 집적된 毒性 有機物質에 의한 작물 生育에 對한 조사가 필요하다^{1,4)}.

산업폐기물의 활용에 對한 연구에서 제지 스톨지의 부숙화가 필요하다고 지적되었으므로¹⁾, 본 실험에서는 제지스톨지의 이용성을 높이기 위해 톱밥, 豚糞 및 尿素를 배합하여 熟成시킨 堆肥를 이용하여 비효 시험을 실시했다. 이들 醱酵된 제지스톨지 숙성퇴비에 대한 비효를 콩과작물인 강남콩을 택하여 시험작물에 대한 生育, 收量 및 成分調査를 통하여 유기질 비료화한 제지스톨지 숙성퇴비의 비효를 알아보고자, 제지스톨지 숙성퇴비를 사용하지 않은 대조구와 병행하여 栽培試驗을 실시했다.

材料 및 方法

1. 공시품종

왜성종 강남콩(*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* Asher) 품종을 재배하였다.

2. 공시토양

본 시험은 대전시 유성구 어은동에 위치한, 유기물 함량이 낮은 忠南大學校 농과대학 부속농장의 新開墾 경작토를 이용하였다. 시험전 토양중의 화학적 성분은 표 1과 같으며 이는 한국 밭 토양의 곡류와 채

소를 재배하는 곳의 평균치와 비교해 보면 pH는 높은 편이었으나, 有機物, 全 질소함량과 交換態 칼슘 및 칼륨함량은 낮은 값이었다⁵⁾.

3. 제지스톨지의 화학적 성분 및 숙성퇴비의 조성

제지스톨지의 有害重金屬을 포함한 주요 화학성분의 조성은 표2와 같다.

적정한 腐熟條件을 찾기 위하여 豫備 부숙시킨 3 처리구 중에서 택한 2 처리구의 재료 배합 내용은 표 3에서와 같이 제지스톨지 숙성퇴비1(SMC-1; sludge manure compost-1)은 수분함량72%인 제지스톨지에 수분23%인 톱밥과 수분77%인 돈분을 각각 生重量 기준으로 18%와 8%를, 제지스톨지 숙성퇴비 2(SMC-2; sludge manure compost-2)에는 톱밥은 넣지 않고 돈분을 전체의 1/3가량 첨가했으며, 요소는 각 처리구에 2%씩 첨가 하였다.

4. 처리내용

강남콩을 위한 시험구의 넓이는 1구가 2×2m이고, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 실시했다. 강남콩의 처리내용은 표 3과 같이 질소, 인산 및 칼리는 ha당 N-P₂O₅-K₂O를 50-80-100kg의 비율로 사용했으나 대조구(SMC-0)는 제지스톨지 숙성퇴비 무시용구이고, SMC-1구와 SMC-2구는 ha 당 10톤 씩으로 같은 양을 제지스톨지 숙성퇴비의 종류를 달리해서 사용했

Table 1. Chemical characteristics of soil in the experimental field

pH (1:5)	OM (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. cation (me/100g)			
				Ca	Mg	K	Na
6.6	0.9	0.04	254	2.7	1.4	0.25	0.07

Table 2. Chemical properties of paper mill sludge

pH (1:5)	OM (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K	Ca	Mg	CEC	Al	Cd	Cr	Cu	Hg	Fe	Pb	Zn
				(me/100g)				(ppm)							
6.7	56.4	0.2	75	0.5	5.3	6.0	34.5	8.9	N*	N	N	N	12.9	27.1	33.9

* : Not detected.

Table 3. The composition of sludge manure compost 1 and 2 [kg/ton (%), F. W.]

Compostion Treatment	Paper mill sludge	Swine manure	Urea	Sawdust
SMC-1	720 (72)	183 (18)	17 (2)	80 (8)
SMC-2	660 (66)	325 (32)	15 (2)	0 (0)

Table 4. Design of kidney bean experiment

Treatment	Level of fertilizer application (kg/ha)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SMC-1*	SMC-2**
Control	50	80	100	0	0
SMC-1	50	80	100	10,000	0
SMC-2	50	80	100	0	10,000

* : Sludge manure compost-1,

** : Sludge manure compost-2.

으며 追肥는 사용하지 않았다. 재식거리는 45×30cm 로 1991년 5월 6일 파종했고 5월 17일 발아했다. 생육조사는 6월 8일부터 8일 간격으로 5회에 걸쳐 시행했으며, 수확은 7월 24일부터 한달 간격으로 3회 실시했다. 除草는 農藥을 사용하지 않고 손作業으로 실시하였다.

5. 조사항목 및 측정방법

가. 조사항목

강남콩 식물체의 생육조사 항목은 缺株率, 주근의 마디수(節數), 줄기의 직경, 莖長, 區當 莢數 및 乾物量 기준의 단위면적당 種實 수확량이었으며, 식물체, 토양 및 제지 스러지 숙성퇴비 중의 화학 성분은 질소, 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘과 중금속을 조사했다.

나. 측정방법 및 통계처리

강남콩의 缺株率은 6월 8일에 조사했고 다른 생육 조사는 常法에 의해 실시했음¹⁴⁾, 식물체의 분석용 시료로서 강남콩은 收穫適期인 7월 24일에 수확한 제1차분을 이용했으며, 식물체의 無機物 및 重金屬 분석을 위해서 황산과 과산화수소수를 이용하여 분해한 뒤 질소는 Kjeldahl법으로, 磷은 바나도 몰리브덴酸을 이용하여 분광분석기 (Shimadzu, UV-120-02)로 칼륨은 炎光分析器 (Corning, Model 410)를 이용해서 분석했으며, 칼슘과 마그네슘은 原子吸光分光分析器 (Baird, Alpha-4)를, 알루미늄, 철, 납, 아연, 구리, 크롬 및 카드뮴은 Data system (DS-15)을 갖춘 원자흡광분광분석기 (Varian, Spectr AA-30)를 이용해서 분석했다¹⁹⁾.

토양시료는 施肥 및 播種 직전인 5월 6일 채취했으며, 토양의 pH는 토양 시료와 물을 1 : 5의 비율을 사용하여 pH meter (Nova, Model 303)로 측정했

고, 有機物은 개량 Tyurin법으로, 全 질소는 Kjeldahl법으로, 有效磷酸은 바나도 몰리브덴酸을 이용한 Truog 법을 써서 분광분석기로, 土壤中 交換態 칼슘과 마그네슘은 원자흡광분석기를 이용해서, 교환態 칼륨과 나트륨은 염광분석기를 이용해서 분석했다¹⁵⁾.

統計處理로는 有意性 檢定 및 平均值 사이의 比較를 했는데, 평균치 비교는 Duncan의 多量檢定法에 의해 실시했다¹⁶⁾.

結果 및 考察

1. 강남콩의 생육

제지스러지 숙성퇴비 1 (SMC-1)은 갈색을, 제지스러지 숙성퇴비 2 (SMC-2)는 검정색을 띠고 있었다. 종자 發芽에 대한 제지스러지 숙성퇴비의 영향을 보기 위해, 6월에 실시했던 缺株率의 조사결과는 표5와 같다. 變異의 값이 컸지만, 발아하지 않은 주수의 비율은 SMC-1구에서 無施用區나 SMC-2구보다 작은 경향이었다. 본 실험에서는 숙성퇴비의 抽出物이 종자의 發芽에 미치는 영향이 조사되지는 않았으나, 토양의 嫌氣性 조건에서 SMC-2구의 堆肥에 의한 높은 질소함량이 발아에 좋지않은 영향을 끼쳤던 것으로 생각된다¹⁾. 그러나 대조구와 비교해서 시용구의 2처리에서 낮은 값으로 보아 부숙은 충분하게 된 것으로 보여진다.

강남콩 莖長에 대한 제지스러지 숙성퇴비의 영향을 조사한 결과는 표 6과 같다. 경장은 무시용구보다 제지스러지 숙성퇴비 施用區에서 현저하게 높았고, 시용구간의 유의차는 없었으나 SMC-1구가 SMC-2구에서보다 큰 경향이었다. 시기별로는 무시용구는 6월 16일까지 증가했으나, 시용구는 조사시기 전반에 걸

Table 5. Effect of sludge manure compost on the percentage of missing kidney bean plants

Treatment	Missing plants (%)
Control	6.4±4.4 a
SMC-1	3.5±3.5 a
SMC-2	5.3±9.2 a

Mean values in the same column with different letters are significantly different (p<0.05).

Mean ± standard deviation of 3 replicates.

처 계속 증가하는 경향이 있었는데, 이러한 경향은 SMC-1구에서 두드러졌다. 이는 뒤의 표 8의 설명에서와 같이, SMC-1구에서 질소질 비료의 공급이 지속적으로 이루어진 때문이라고 판단된다.

강남콩 줄기의 직경(莖直徑)에 대한 제지스룻지 숙성퇴비의 영향을 조사한 결과는 표 7과 같다. 경직경은 표 6의 경장과 같은 경향으로 무시용구보다 제지스룻지 숙성퇴비 시용구에서 증가했으며, 시용구간에는 SMC-1구가 SMC-2구보다 증대하는 경향이였다. 시기별로는 6월 16일까지 급격히 증가했으나 그 이후에는 증가율이 감소하였다.

강남콩 각구의 총 莢數에 대한 제지스룻지 숙성퇴비의 영향을 조사한 결과는 표 8과 같다. 각 區의 총 莢수는 7월에 가장 많았고 SMC-1구에서 특히 그 경향이 뚜렷했으나, 9월에는 그 값이 작았다. 제지스룻지 숙성퇴비의 시용 효과가 나타났으나, 시용구 사이의 變異의 값이 컸다. 有意差는 없었으나 시기별 값을 합한 총계는 무시용구보다 시용구가 많았으며, 시용구에서는 SMC-1구가 SMC-2구보다 많았다. 이는 질소 성분이 많은 돈분을 많이 섞은 SMC-2구보다는, 톱밥을 섞은 SMC-1구 쪽이 緩效性肥料로 질소 질비료의 추비를 필요로 하는 강남콩의 생육에 좋은 효과를 나타냈다고 생각된다^{2,17)}.

강남콩의 時期別 乾物量基準의 種實收穫量에 대한 제지스룻지 숙성퇴비의 영향을 조사한 결과는 표 9와 같다. 變異의 값이 커서 有意差는 나타나지 않았으나, 시기별 수확량을 ha 당 總粒重으로 보면 收穫適期인 7월에 가장 많았고 8, 9월로 갈수록 적어져서 9월 수확량은 7월의 1/4 - 1/8 정도였으며, 3회

Table 6. Effect of sludge manure compost on meristem height of kidney bean (cm)

Treatment	Date of investigation				
	June 8	June 16	June 24	July 1	July 9
Control	9±1.0 a	15±2.4 a	17±4.3 a	18±3.8 a	20±5.4 a
SMC-1	11±0.4 a	19±0.7 b	21±0.6 a	26±5.1 b	29±2.3 b
SMC-2	11±0.8 a	19±0.6 b	20±3.4 a	22±2.4 ab	28±2.9 b

Mean values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Mean ± standard deviation of 3 replicates.

Table 7. Effect of sludge manure compost on the stem diameter of kidney bean (mm)

Treatment	Date of investigation				
	June 8	June 16	June 24	July 1	July 9
Control	4.6±0.1 a	5.8±0.5 a	6.0±0.7 a	6.3±0.4 a	6.5±0.5 a
SMC-1	4.9±0.1 b	6.3±0.2 a	6.7±0.3 a	7.4±0.4 b	7.4±0.2 b
SMC-2	4.8±0.0 ab	6.2±0.3 a	6.6±0.0 a	6.8±0.1 ab	7.2±0.3 b

Mean values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Mean ± standard deviation of 3 replicates.

Table 8. Effect of sludge manure compost on pod number per plot of kidney bean (ea/plot)

Treatment	Date of harvest			Total
	June 24	Aug. 23	Sep. 25	
Control	27±16 a	10±7 a	8±7 a	45±30 a
SMC-1	56±18 a	25±21 a	20±24 a	101±49 a
SMC-2	38±22 a	28±4 a	18±6 a	84±16 a

Mean values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Mean ± standard deviation of 3 replicates.

Table 9. Effect of sludge manure compost on the grain yield of kidney bean (cm DW/ha)

Treatment	Date of harvest			Total
	June 24	Aug. 23	Sep. 25	
Control	48±44 a	11±9 a	6±5 a	65±59 a
SMC-1	118±46 a	42±49 a	18±23 a	179±102 a
SMC-2	70±42 a	47±9 a	15±5 a	133±34 a

Mean values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Mean ± standard deviation of 3 replicates.

조사시기 모두 무시용구의 수량이 적어서 3회 수확량을 합한 총수량은 무시용구보다는 施用區에서 많았다. 시용구중에서는 SMC-1구가 SMC-2구보다 많았는데, 이러한 경향은 수량이 가장 많았던 7월에 ha 당 118kg과 70kg으로 두드러졌다.

2. 강남콩의 화학성분함량

Table 10. Effect of sludge manure compost on nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium contents of kidney bean at harvest time (mg/g DW)

Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Control	28±0a	6.1±0.7a	18±1a	1.8±0.0a	1.6±0.0a
SMC-1	29±1a	5.6±0.2a	18±0a	1.6±0.1b	1.6±0.0a
SMC-2	27±1a	5.9±0.3a	17±0a	1.7±0.0ab	1.6±0.1a

Mean values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$), Mean ± standard deviation of 3 replicates.

7월에 수확한 강남콩의窒素, 燐, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘 함량에 대한 제지스룻지 숙성퇴비의 영향을 조사한 결과는 표 10과 같다. 植物體中 질소함량은 처리구별로 유의차가 없었으나 SMC-1구에서 SMC-2구보다 높았으며 그 함량은 3 처리구 모두 3.0% (30mg/g DW)에 못 미치는 수준이었다. 인의 함량은 0.6% 정도의 수준이었고, 칼륨 함량은 약 2% 수준이었으며, 칼슘함량은 무시용구가 SMC-1구보다 높았으며 0.2%보다 약간 낮은 수준이었다. 본 실험의 칼륨과 인의 함량은 다른 보고에서의 값보다 약간 낮았으나, 그 이외의 다른 원소들의 함량은 비슷했다⁸⁾.

강남콩의 알루미늄, 鐵 및 重金屬 함량에 대한 제지스룻지 熟成堆肥의 영향을 조사한 결과는 표11과 같다. 알루미늄, 철 및 아연 함량은 모든 처리구에서 다른 성분보다 비교적 높은 수준이었으나 제지스룻지 숙성퇴비 施用으로 인한 함량의 증가는 나타나지 않았다.

구리 함량은 무시용구보다 시용구에서 약간 높은 경향이었으나, 크롬, 납 및 카드뮴 함량의 검출수준은 낮아서 3 처리구 모두에서 검출되지 않았다. 성숙하지 않은 種實의 성분을 분석한 본 시험 결과와 정확한 비교를 할 수는 없으나⁸⁾, 콩과작물의 莢中 알루미늄, 철, 아연 및 구리의 평균함량을 각각 85-3470, 84, 32-38 ppm 및 5-8ppm이라고 보고한 결과와 비교해 볼 때³⁾, 본 시험의 강남콩의 4가지 원소는 위의 평균함량의 범위에 속하는 값이었다.

이상의 시험결과로 보아 제지스룻지 숙성퇴비는 강남콩의 生育에 좋은 효과가 있었으며, 강남콩 열매 중의 重金屬 함량등의 염려했던 결과는 나타나지 않

Table 11. Effect of sludge manure compost on the content of aluminum, iron and several heavy metals in kidney bean at harvest time (ppm, DM basis)

Treatment	Al	Fe	Zn	Cu	Cr	Pb	Cd
Control	39±29a	32±18a	37±6a	6.2±0.7a	ND*	ND	ND
SMC-1	37±24a	26±30a	36±3a	6.7±1.3a	〃	〃	〃
SMC-2	34±48a	26± 6a	36±2a	6.7±1.3a	〃	〃	〃

Mean values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$), Mean ± standard deviation of 3 replicates. * : Not detected.

았다. 그러나 강남콩의 경우는 제지스룻지 숙성퇴비 중의 중금속 성분이 土壤에서 식물체로, 植物體 가운데서는 다시 種實로 移行되는 과정에서 중금속 등의 수준이 낮아진 것으로 생각되므로, 토양중에서 직접 제지스룻지 숙성퇴비중의 중금속을 흡수하게 되는 부분을 食用으로 하는 根菜類에 대한 연구도 필요하다고 생각된다.

摘 要

製紙 스투지 熟成堆肥의 강남콩의 生育에 대한 施用效果를 알아보기 위해 化學肥料만을 사용한 對照區(Control)와, 제지스룻지에 生重量 기준으로 豚糞을 총량의 18%, 톱밥을 8% 정도 포함시킨 숙성퇴비 施用區1(SMC-1)과 톱밥을 넣지 않고 돈분을 총량의 3분의 1정도 포함시킨 숙성퇴비 2 (SMC-2)의 3가지 처리를 하여 수행한 실험의 결과는 다음과 같다.

1) 제지 스투지 숙성퇴비의 施用은 무시용구에 비해 강남콩의 莖長, 莖直徑, 각 구당 總莢數 및 收穫時의 粒重을 증가시키는 경향을 나타냈다.

2) 제지스룻지 숙성퇴비 사이의 肥效를 보면 SMC-1구에서 SMC-2구보다 강남콩의 경장, 경직경, 莢數 및 수확시의 粒重이 증가하는 경향을 나타냈다.

3) 강남콩 종실의 알루미늄, 철 및 아연 함량은 처리별로 有意差는 나타나지 않았으나 다른 중금속 원소에 비해 많이 함유되어 있었으며, 크롬, 납, 카드뮴 함량은 검출되지 않았다.

4) 이상의 결과로 부터 강남콩의 生育에는 무시용구보다는 제지스룻지 시용이 효과가 있었으나, 시용

구별로는 SMC-1처리가 SMC-2처리보다 좋은 효과를 보였다.

引用文獻

1. Cannel, R. Q. and J. M. Lynch. 1984. Possible adverse effects of decomposing crop residues on plant growth, in *Organic Matter and Rice*. pp. 455~476. IRRI(International Rice Research Institute). Manila(Philippine).
2. Inoko, A. 1984. Compost as a source of plant nutrient. in *Organic Matter and Rice*. pp. 137~146. IRRI. Manila.
3. Kabata-Pendias, A. and H. Pendias, 1985. Trace elements in soils and plants. pp. 51~256. CRC Press. Florida(USA).
4. Kurihara, K. 1984. Urban and industrial wastes as fertilizer materials. in *Organic Matter and Rice*. pp. 193~216. IRRI. Manila.
5. RDA. 1985. Soil of Korea and their improvement. pp. 54~68. RDA. Agricultureal Sciences Institute. Suweon(Korea).
6. 岡島秀夫. 1976. 土壤肥沃度論. pp. 175~202. 農文協. 東京.
7. 山根一郎. 1988. 土と微生物と肥料のはたらき. pp. 29~50. 農文協. 東京.
8. 鈴木芳夫. 1983. 野菜全書(マメ類, イモ類, レンコン)-基礎生理と適用技術. pp. 133~243. 農文協. 東京.
9. 熊田恭一. 1982. 土壤環境. pp. 125~168. 學會出版センター. 東京.
10. 권용용, 이홍석. 1988. 農振廳 심포지엄 3. 우리나라 콩의 生産性 및 利用度 向上技術. pp. 68~95. 농촌진흥청 작물시험장. 수원.
11. 김문규, 구자형, 이규승, 이인덕, 이화형, 장기운, 최우영. 1990. 산업폐기물의 활용에 관한 연구-제지 스러지의 비료 자원화 및 토지개량효과. pp. 1~150. 한국과학재단. 대전.
12. 김문규, 장기운, 최우영, 이창준. 1990. 마늘에 대한 板紙 Sludge의 營養學的 연구. 한국토양비료학회지. 23(3) : 208~213.
13. 김문규, 장기운, 최우영, 함선규, 남윤규, 이창준. 1990. 大豆에 대한 製紙 Sludge의 營養學的 연구. 충남대학교 농업과학연구. 17(1) : 1~8.
14. 농촌진흥청. 1983. 農事試驗 研究調査基準. pp. 194~196. 수원.
15. 농촌진흥청. 1989. 土壤檢定班教材-토양화학분석법. pp. 26~93. 수원.
16. 손용룡, 박병훈, 차종환, 안시영. 1983. 農·生物統計學. pp. 95~370. 선진문화사. 서울.
17. 신두철, 서형수. 1988. 農振廳 심포지엄 3. 우리나라 콩의 生産性 및 利用度 向上技術. pp. 114~124. 농촌진흥청 작물시험장. 수원.
18. 이규승, 구자형, 권기원, 장기운, 최우영. 1991. 산업폐기물의 활용에 관한 연구-제지 스러지의 비료 자원화 및 토지개량효과. pp. 1~170. 한국과학재단. 대전.
19. 한국인삼연초연구소. 1991. 담배성분분석법. pp. 176~232. 제일문화사. 대전.