

온주밀감의 수체부위에 따른 질소 함량 및 집적량

강 영 길* · 유 장 걸** · 오 현 도* · 오 상 호**

Nitrogen Content and Accumulation of Various Plant Parts in Satsuma Mandarin Trees

Kang, Young-Kil* · U. Zang-Kual** · Oh, Hyeon-Do* · O, Sang-Ho**

ABSTRACT

Dry weight, N content and accumulation, and the distribution of dry weight and N accumulation in various plant parts of sixteen 8-year old Satsuma mandarin trees (*Citrus unshiu* Marc. cv. Miyakawa Wase) grown in volcanic ash soil were determined in December 1997 to obtain some information for improving N fertilization. Dry weight per tree ranged from 7.2 to 12.6 kg and averaged 10.3 kg (CV 16.5%). Roots, stems, leaves and fruits had 22.6, 38.8, 14.9, and 23.7% of total dry weight, respectively. The coefficient of variability for leaf dry weight distribution among 16 trees was least (7.8%) while the CV for stock and trunk dry weights great (38.5 and 42.6%, respectively). Average N content for whole tree, roots, stems, leaves and fruits had 1.13, 0.96, 0.75, 2.58 and 0.99%, respectively. Fine roots and twigs also had higher N content with 1.83 and 1.18%, respectively. The coefficient of variability for N content in the various parts of trees ranged from 4.3 (fruits) to 14.6% (twigs) and was much smaller than the CV for dry weight and N accumulation. Nitrogen accumulation per tree ranged from 80 to 145 g and averaged 116 g. Whole roots, stems, leaves and fruits had 19.3, 25.9, 34.0, and 20.8% of total N accumulation of whole tree, respectively. Stock, medium-big roots, and fine roots had 16.4, 32.6, and 51.0% of total N accumulation in whole roots, respectively.

이 연구는 한국과학재단 지정 제주대학교 아열대원예산업연구센터의 지원에 의한 것임.

* 제주대학교 농과대학 농학과

** 제주대학교 농과대학 원예생명과학부

while trunk, big and medium branches, and twigs 12.2, 19.8, 26.2 and 41.8% of N accumulated in whole stems, respectively, and pulp 68.5% of N accumulated in whole fruit. The coefficients of variability for N accumulation distribution among 16 trees had similar trend with dry weight distribution.

서론

온주밀감에 있어서 봄순 발아 및 신장에 필요한 질소는 수체 각 부위에 축적된 질소의 동원과 토양 용액중의 질소를 흡수·이용하는데, 저온에 의한 뿌리의 흡수력이 크지 않음으로 축적된 질소에 의존도가 크다. Kato 등(1984)은 21년생 온주밀감(杉山系) 한 그루를 대상으로 봄비료와 여름비료를 사용하지 않은 상태에서 봄순 발아전인 2월 상순에 수체부위별 분석시료를 채취하고 봄순 신장 후인 7월 상순에는 수체를 해체하여 수체부위별 전질소, 수용성 질소, 단백질, 아미노산 함량 등을 조사하고 시험기간 중 각 부위의 건물중 변동이 없다고 가정하여 각 부위의 이들 성분의 감소율과 건물중을 곱하여 新生부위(잎, 과실, 가지)에 사용된 수체부위별 N 공급량을 추정하였던 바, 신생부위에 축적된 N 중 92%가 저장 N에 유래되었다고 하였다. 또한 저장 N의 신생부위 형성에 이용된 비율은 N 함량이 많은 잎, 줄기의 선단부, 세균에서 높았지만 양적으로는 잎, 중·대지, 수간·근간 등이 중요하다고 하였고, 신생부위 형성에 공급된 N의 54%는 단백질이었고 나머지 46%는 가용성분이라고 하였는데, 가

용성분 중 중요한 것은 Proline과 Arginine 이었다고 하였다. Akao 등(1978)이 11년생 온주밀감(杉山系)에 ¹⁵N을 11월 18일과 3월 1일에 한 그루에 각각 사용하여 6월 중순에 수체를 해체하여 조사한 준비와 준비 N 신생기관 형성에의 기여율은 각각 약 28.7% 이었다.

본 시험에서는 흑색화산회토에 재식된 3년생 궁천조생 16 그루를 대상으로 수체부위별 건물중, N 함량, N 축적량, 건물중 및 N 축적량의 수체부위별 분포비율 등의 평균, 범위, 변이계수(CV)을 조사·분석하여 온주밀감에 있어서 질소 시비법 개선의 기초 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

이 연구에 이용되었던 시험수는 서귀포시 토평동에 위치한 감귤원에서 재배되었던 8년생 宮川무생이었다. 감귤원은 해발 100 m에 위치하고 있었고, 모재는 화산회이고 표토는 흑색 미사질양토, 심토는 황갈색 미사질양토이었다. 1997년 봄에 채취된 토양의 화학적 특성은 표 1과 같다.

Table 1. Chemical properties of soil before the experiment.

Soil depth (cm)	pH (1:5)	O.M. (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Exchangeable cations (cmol ⁺ kg ⁻¹)				CEC (cmol ⁻ kg ⁻¹)	EC (dS m ⁻¹)
				Ca	Mg	K	Na		
0~10	6.4	86.7	158	13.92	2.11	1.90	0.28	21.85	0.14
10~20	6.5	89.8	92	13.72	2.28	1.51	0.21	20.58	0.21
20~30	5.7	104.0	27	4.59	1.05	0.89	0.23	11.71	0.24
30~40	6.0	117.8	25	7.66	1.52	0.71	0.33	14.51	0.20

공시 시험수는 1994년 봄에 5년생을 2.8 × 2.8 m 거리로 재식되었다. 1997년 봄과 여름비료로 질소 시비량과 질소시비시 관수량을 조합한 4처리를 하였다. 즉 질소기준량 (15 kg/ha/년) 표층(농가관행) 시비, 질소기준량 5 mm 관비, 질소기준량 20 mm 관비, 질소 50% 감비 20 mm 관비구를 두었다. 봄비료와 여름비료는 1997년 3월 25일과 6월 12일에 각각 사용되었다. 질소는 요소로 봄에 기준량의 50%, 여름에 20% 비율로 분시하였고 가을비료는 사용하지 않았다. 표층시비는 손으로 시험구 전면에 살포하였고 관비는 2.5 mm의 수돗물에 요소를 녹여 시험구 토양 전면에 물뿌리개로 준 다음 나머지는 2.5 mm 또는 17.5 mm는 수돗물만을 더 관수하였다. 인산(P₂O₅)과 칼리(K₂O)의 연간 시비량은 각각 232, 150 kg/ha이었고, 인산은 용성인비로 전량 봄에 표층시비하였고 칼리는 염화가리로 봄에 30%, 여름에 40% 상당량을 표층시비하였다. 시험수 배치는 난괴법 4반복으로 배치하여 관행재배하였으며 적과는 실시하지 않았다.

1997년 11월 24일에 나무별로 전체 과실을 수확하여 과실수와 과실중을 조사하였다. 나무당 크기와 착색 정도가 중용의 과실 10개를 박피하여 과피와 과육(양낭피 포함)을 분리하여 70℃의 통풍 건조기에서 건조시켜 건물중을 조사하였다. 12월 19일에 樹體를 지상부는 樹幹, 大枝, 小枝, 綠枝, 잎으로, 지하부는 根幹, 中·大根, 細根(4 mm이하)으로 구분하여 채취하여 생체중을 측정하고 그중 150~250 g을 채취하여 과피와 과육의 건물중조사와 같은 방법으로 건물중을 조사하고 전질소(N) 분석에 이용하였다. 전질소는 Kjeldahl 분해 후 원소분석기(Fisons Instruments社 model EA 1108)를 이용하여 분석하였다. 뿌리, 줄기, 과실, 수전체의 N 축

적량은 해당 수체부위별 N 축적량을 합산하여 산출하였고 이 부위의 평균 N 함량은 N 축적량을 건물중으로 나누어 산출하였다. 처리별 과실 수량 및 품질, 뿌리, 줄기, 잎, 과실, 수전체의 건물중, N 함량, N 축적량, 토양 및 수체에 의한 질소회수율 등은 강과 유(1998)의 보고를 참고하기 바란다.

결과 및 고찰

8년생 궁천조생 16 그루를 대상으로 조사한 수체부위별 건물중, N 함량, N 축적량의 평균치, 범위, 변이계수는 표 2에, 건물중과 N 축적량의 수체부위별 분포비율의 평균치, 범위, 변이계수(CV)는 표 3에 나타내었다. 그루당 건물중은 7.2~12.6 kg의 범위에 있었고 평균이 10.3 kg, CV가 16.5%이었다. 수체부위별 분포비율을 보면 나무에 따라 뿌리에 총건물중의 13.4~28.2%(평균 22.6%), 줄기에 33.5~46.2%(평균 38.8%), 잎에 13.2~17.5%(평균 14.9%), 과실에 13.3~30.7%(평균 23.7%)가 분포되어 있었다. 본 연구의 건물중 구성비율은 필자가 제주도 아라동에 재식된 10년생 조생온주에서 조사했던 성적에 비하여 뿌리와 줄기에서는 다소 낮았고 잎과 과실에서는 다소 높은 편이었으나(강 등, 1998), 기존 문헌의 값에 비해서 뿌리에서는 꽤 낮았고 줄기에서는 훨씬 높았다. 잎에 있어서는 유(1994)의 성적보다는 훨씬 많았으나 유(1994) 이외의 기존 문헌과 큰 차이가 없었고 과실에서는 기존의 보고와 비슷하거나 다소 높은 편이었다. 이 연구에서 뿌리의 건물중비율이 낮은 것은 4년생을 이식하였기 때문에 이식시 대근의 절단, 전정량의 차이 등에 기인되었을 것으로 생각된다. 유(1994)는 27년생 감귤 한 그루의 건물중 구

Table 2. Dry weight, total N content and N accumulation of various plant parts of Satsuma mandarin trees in December.

Plant part	Dry weight (g/tree)			N content (%)			N accumulation (g/tree)		
	Mean	Range	CV (%)	Mean	Range	CV (%)	Mean	Range	CV (%)
Roots	2328±124 [†]	1514~2974	21.3	0.96±0.021	0.81~1.10	8.8	22.4±1.31	14.2~32.7	23.3
Stock	613±56	72~893	36.8	0.61±0.013	0.51~0.70	8.7	3.8±0.31	0.4~5.3	33.2
Medium-big	1091±79	562~1680	29.1	0.66±0.018	0.55~0.80	10.8	7.3±0.66	3.5~12.2	36.0
Fine [†]	624±44	351~980	27.9	1.83±0.035	1.49~2.08	7.6	11.4±0.84	5.2~18.8	29.3
Stems	4000±173	2807~5054	17.3	0.75±0.015	0.66~0.84	8.2	29.9±1.34	22.7~38.2	17.9
Trunk	625±72	95~1160	46.2	0.58±0.010	0.51~0.66	6.7	3.7±0.44	0.57~7.0	48.4
Big branches	991±65	613~1489	26.2	0.59±0.014	0.51~0.70	9.3	5.9±0.42	3.7~9.2	28.6
Med. branches	1321±60	827~1772	18.1	0.60±0.020	0.51~0.80	13.2	7.8±0.43	4.7~11.5	21.8
Twigs	1063±41	819~1435	15.3	1.18±0.043	0.98~1.47	14.6	12.5±0.58	9.3~17.9	18.8
Leaves	1532±62	1046~1983	16.3	2.58±0.044	2.30~2.92	6.8	39.4±1.73	27.0~50.5	17.5
Fruits	2483±182	953~3616	29.3	0.99±0.011	0.92~1.07	4.3	24.5±1.75	9.4~34.3	28.6
Pulp	1668±122	618~2459	29.3	1.01±0.012	0.95~1.10	4.6	16.8±1.22	6.0~24.9	29.0
Peel	815±66	309~1227	32.4	0.95±0.013	0.87~1.02	5.6	7.7±0.58	3.1~10.6	30.2
Whole tree	10342±425	7166~12648	16.5	1.13±0.015	1.00~1.20	5.4	116.2±4.78	80.0~144.6	16.5

[†] Values are means±standard errors for 16 trees.

[†] Below 4 mm in diameter.

Table 3. Distribution of dry weight and N accumulation in various plant parts of Satsuma mandarin trees in December.

(unit: %)

Plant part	Dry weight			N accumulation		
	Mean	Range	CV	Mean	Range	CV
Roots	22.6±0.94 [†]	13.4~28.2	16.6	19.3±0.81	12.4~ 24.7	16.7
Stock	6.1±0.58	0.6~ 9.5	38.5	3.2±0.29	0.4~ 5.0	35.7
Medium-big	10.5±0.53	6.9~14.6	20.1	6.2±0.42	3.6~ 9.8	27.0
Fine [†]	6.1±0.42	3.4~ 9.3	27.8	9.9±0.64	5.8~ 14.8	26.0
Stems	38.8±1.03	33.5~46.2	10.6	25.9±0.84	21.8~ 32.8	12.9
Trunk	6.0±0.64	0.9~ 9.9	42.6	3.1±0.33	0.5~ 5.5	42.0
Big branches	9.6±0.45	6.0~12.9	18.7	5.1±0.29	3.1~ 7.5	22.8
Med. branches	12.9±0.52	10.1~16.7	16.0	6.8±0.31	5.2~ 8.9	18.1
Twigs	10.4±0.34	8.3~13.1	13.3	10.9±0.56	8.6~ 16.2	20.6
Leaves	14.9±0.29	13.3~17.5	7.8	34.0±0.60	29.9~ 39.4	7.1
Fruits	23.7±1.21	13.3~30.7	20.4	20.8±1.13	11.7~ 27.1	21.7
Pulp	15.9±0.80	8.6~20.5	20.1	14.3±0.79	7.5~ 19.1	22.2
Peel	7.8±0.49	3.8~10.9	25.3	6.6±0.40	3.2~ 8.6	24.3
Whole tree	100.0			100.0		

⁻ Values are means±standard errors for 16 trees.

[†] Below 4 mm in diameter.

성비율은 뿌리, 줄기, 잎, 과실에서 각각 39.1, 32.1, 6.0, 22.8%라고 보고하였다. 착과량이 다른 5년생 온주밀감의 건물중을 조사했던 門屋(1994)의 성적에 의하면, 열매가 5개 달린 그루의 건물중은 뿌리, 줄기, 잎, 과실에 각각 총건물중의 34.4, 26.6, 25.4, 12.9%. 열매가 18개 달린 그루의 건물중은 뿌리, 줄기, 잎, 과실에 각각 32.4, 27.2, 19.9, 20.5%가 분포되어 있었다. Kubota 등(1972a, 1972b)이 일본 四國農業試驗場에서 5년생 또는 7년생 온주밀감의 수체부위별 건물중을 조사한 바에 따르면 나무에 따라 총건물중의 36.2~46.9%가 뿌리

에, 19.8~29.4%가 줄기에, 12.5~17.1%가 잎에, 과실에 16.5~22.4%가 분포되어 있었다.

그루간 건물중 분포비율의 차이가 잎에서 가장 적었고(CV 7.8%) 과실에서 가장 컸으며(CV 20.4%) 뿌리와 줄기에서의 건물중 비율의 CV는 각각 16.6, 10.6%이었다. 과실건물중에서 CV가 큰 것은 나무에 따라 과실수량이 차이가 크다는 것을 의미하는데, 나무 자체의 수량성과 격년결과에 기인된 것으로 생각된다. 따라서 처리에 따른 과실수량을 평가할 때 연차적인 수량을 고려해서 실험 설계를 하거나 수량 평가를 수행하는 것이 합리

적일 것이다. 뿌리 및 줄기내의 건물중 분포 비율의 CV는 근간(stock), 중·대근, 세근에서 각각 38.5, 20.1, 27.8%이었고, 수간, 대지, 중지, 녹지에서 각각 42.6, 18.7, 16.0, 13.3%이었는데, 근간 및 수간에서 CV가 특히 큰 것은 대근 또는 1차주지의 발생 위치에 따른 시료 채취시 절단 지점의 차이, 나무에 따른 이들 부위의 건물중 차이 등에 기인되었던 것으로 생각된다.

나무의 총 N 축적량을 건물중으로 나누어 산출한 나무 전체 평균 N 함량은 1.00~1.20%의 범위에 있었고 평균이 1.13%, CV가 5.4%이었는데, 강 등(1998)의 결과보다는 많았으나 그 위의 보고된 수치보다는 꽤 적었다. 뿌리, 줄기, 잎, 과실의 평균 N 함량은 각각 0.96, 0.75, 2.58, 0.99%이었으며, 세근, 녹지의 N 함량은 평균 1.83, 1.18%로 잎보다는 낮지만 다른 부위에 비해서 비교적 많은 편이었다. 뿌리, 줄기, 잎, 과실의 평균 N 함량은 처리에 따라 각각 0.35%~0.53%, 0.31~0.46%, 2.30~2.80%, 0.63~0.80%이었다는 강 등(1998)의 성적보다는 본 연구의 N 함량의 수치가 높지만, 기왕의 보고에 비하여 대체로 낮았고 특히 뿌리와 줄기에서 현저히 낮았던 것으로 보아 본 시험을 한 과원에는 충분한 질소 시비를 해오고 있지 않았던 것으로 생각된다. 위에서 언급한 유(1994)의 보고로부터 산출한 뿌리, 줄기, 잎, 과실의 평균 N 함량은 각각 1.40, 1.41, 2.76, 0.98%이었고, 일본 四國農業試驗場에서 조사한 성적에서 산출한 뿌리, 줄기, 잎, 과실의 평균 N 함량은 수령과 처리 등에 따라 각각 1.40~1.72%, 1.06~1.41, 2.76~3.43%, 0.80~0.98%이었다(Kubota 등, 1972a; 1972b).

수체부위별 N 함량의 CV는 4.3(과실평균)~14.6%(녹지)으로 건물중에 비하여 현저히 낮았고 잎과 과실에서 특히 낮았다. 녹

지에서 CV가 높았던 것은 가치를 분리하는 과정 또는 분석시료 채취시 발생한 오차에 기인되었던 것 같다.

그루당 N 축적량은 80~145 g의 범위에 있었고 평균이 116 kg, CV가 16.5%이었다. 수체부위별 N 축적비율은 나무에 따라 뿌리에 N 총축적량의 12.4~24.7%(평균 19.3%), 줄기에 21.8~32.8%(평균 25.9%), 잎에 29.9~39.4%(평균 34.0%), 과실에 11.7~27.1%(평균 20.8%)가 분포되어 있어 잎, 줄기, 과실, 뿌리 순으로 N 축적비율이 높았다. 이 결과는 강 등(1998)의 보고와 같은 경향이었으나 이외의 보고에서는 뿌리에서의 N 축적비율이 가장 높았으나 줄기, 잎, 과실에서는 연구자에 따라 그 경향이 달랐다. 유(1994)의 보고에서는 N 축적량의 39.8%가 뿌리에, 27.9%가 줄기에, 14.4%가 잎에, 17.8%가 과실에 분포되었고, Kubota 등(1972a; 1972b)의 결과에서는 수령과 처리에 따라 뿌리에 37.4~46.9%, 줄기에 14.4~26.4%, 잎에 12.5~33.5%, 과실에 8.9~18.0%의 N가 축적되어 있었다.

그루간 수체부위별 N 축적량의 차이는 건물중 분포비율에서와 같이 잎에서 가장 적었고(CV 7.1%) 과실에서 가장 컸었다(CV 21.7%). N 축적량은 건물중 × N함량에 의해 산출되었으므로 N 함량에서는 나무에 따른 변이가 적었고 건물중에서는 나무에 따른 변이가 커서 N 축적량의 CV도 건물중과 비슷한 수치를 가지게 되었다.

뿌리내 N 축적량의 16.4, 32.6, 51.0%가 각각 근간(stock), 중·대근, 세근에서 분포되어 있었는데, 뿌리부위별 CV가 뿌리 전체 N 축적량보다 큰 것은 건물중 채취시 부위별로 정확한 구분이 어려움 때문일 것으로 보인다. 수간, 대지, 중지, 녹지에 줄기내 N 축적량의 12.2, 19.8, 26.2, 41.8%가 집적되어 있었고, 이들 부위내의 N 축적비율의 CV는

42.0, 22.8, 18.1, 20.6%로 줄기 전체의 CV가 12.9%보다 매우 높은 것은 뿌리에서와 같은 이유 때문일 것이다. 과육에 과실 N 축적량의 68.5%를 점하고 있어 과육에 과실 N 축적량의 61.2%가 축적되었다는 Kubota 등(1972a)의 보고보다 다소 많은 경향이였다. 나무에 따른 과육과 과피의 N 축적비율의 CV는 각각 22.3와 24.3%이었다. 본 연구를 수행한 과원에는 10a당 127.6본(재식거리: 2.8 × 2.8 m) 재식되어 있어 과실에 의해 제거되는 N는 약 3 kg/10a이 된다.

수체내에 저장된 N 중 봄순 발아와 신장에 용이하게 동원될 수 있는 N는 대사량이 많고 N 함량이 많은 세근, 녹지, 잎에 저장된 N일 것이고, 이들 부위의 비율은 수령이 낮을수록 많다. Kato 등(1984)은 봄순을 제외한 모든 부위의 N 함량이 봄순 신장과 더불어 낮아지지만 특히 N 함량의 높은 세근 및 잎에서 N 함량 저하가 현저하였다고 보고하였다. 본 연구에서 세근, 녹지, 잎내에의 N 축적량은 나무 전체 N 축적량의 각각 11.4, 12.5, 39.3%로 잎의 저장 N가 봄순 발아 및 신장에 있어 크게 기여함을 의미하고 있다. 그러나 성목인 경우 잎에 저장된 N의 비율이 유목에 비하여 상대적으로 적기 때문에(유, 1994) 봄순 발아와 신장에 있어서 잎에 저장 N의 기여도는 그리 높지 않을 것이다.

적 요

온주밀감에 있어 질소 시비법 개선의 기초 자료로 활용하고자 흑색화산회토에 재식된 8년생 궁친조생 16 그루를 대상으로 수체부위별 건물중, N 함량, N 축적량, 건물중 및 N 축적량의 수체부위별 분포비율 등을 조사·분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 그루당 건물중은 7.2~12.6 kg의 범위에

있었고 평균이 10.3 kg, CV가 16.5%이었다. 수체부위별 평균 건물중 분포비율은 뿌리에 총건물중의 22.6%, 줄기에 38.8%, 잎에 14.9%, 과실에 23.7%가 분포되어 있었다. 그루간 수체부위별 건물중 분포비율의 CV는 잎에서 가장 적었고(7.8%) 근간 및 수간에서 매우 컸다(38.5 및 42.6%).

2. 나무 전체 평균 N 함량은 1.13%이었고 뿌리, 줄기, 잎, 과실의 평균 N 함량은 각각 0.96, 0.75, 2.58, 0.99%이었으며, 세근, 녹지의 N 함량은 각각 1.83, 1.18%로 비교적 많은 편이었다. 수체부위별 N 함량의 CV는 4.3~14.6%로 건물중에 비하여 현저히 낮았고 잎(6.8%), 과육(4.6%), 과피(5.6%)에서 적었으나 녹지에서는 14.6%로 컸다.

3. 그루당 N 축적량은 80~145 g의 범위에 있었고 평균이 116 g이었는데, 뿌리에 N 총축적량의 19.3%, 줄기에 25.9%, 잎에 34.0%, 과실에 20.8%가 분포되어 있었다. 뿌리내 N 축적량의 16.4, 32.6, 51.0%가 각각 근간(stock), 중·대근, 세근에, 줄기내 N 축적량의 12.2, 19.8, 26.2, 41.8%가 각각 수간, 대지, 중지, 녹지에, 과실 N 축적량의 68.5%가 과육에 집적되어 있었다. 그루간 수체부위별 N 축적량의 CV는 수체부위별 건물중 분포비율에서와 대체로 비슷한 경향이였다.

참 고 문 헌

- Akao, S., S. Kubota, and M. Hayashida. 1978. Utilization of reserve nitrogen, especially, autumn nitrogen, by satsuma mandarin trees during the development of spring

- shoots (I). J. Japan Soc. Hort Sci. 47(1):31-78.
- 강영길, 유장걸. 1998. 온주밀감원에서의 시비방법과 시비수준에 따른 질소 회수율. 韓土肥誌 31(3)
- 강영길, 유장걸, 강봉균. 1998. 온주밀감 과원토양에서 질소에 대한 시비방법과 시비수준에 따른 회수율. 韓土肥誌 31(2):143-150.
- Kato, T., M. Yamagata, and S. Tsukakara. 1984. Storgae forms and reservoirs of nitrogen used for new shoot development in satsuma mandarin tree. J. Japan Soc. Hort. Sci. 52(4):393 -398.
- 門屋一臣(Katoya). 1994. 農業技術大系 果樹編 カンキツ p.基13-29. 社團法人 農漁村文化協會.
- Kubota, S., S. Akao, and H. Fukui. 1992a. ¹⁵N absorption and translocation by Satsuma mandarin trees. I. Behavior of nitrogen supplied in early summer. Bull. Shikiku Agric. Ext Sta. 25:93-103.
- Kubota, S., S. Akao, and H. Fukui. 1992b. ¹⁵N absorption and translocation by Satsuma mandarin trees. II. Behavior of nitrogen supplied in autumm. Bull. Shikiku Agric. Ext Sta. 25:105-118.
- 유장걸. 1994. 제주도 감귤원의 시비 문제점과 대책. 제주대학교 방사능이용연구소 연구보고 8:30-38.