

고로쇠나무(*Acer mono*)의 수액출수에 미치는 환경요인과 그 군락의 자원화에 관한 연구 (2): 환경요인 및 공시목의 회복

金 喆 洙 · 郭 愛 京

목포대학교 생물학과

Studies on the Environmental Factors for Sap Exudation of *Acer mono* and the Resource Development of its Community (2): Environmental Factors and Tree Recovery

Kim, Chul-Soo and Ae-Kyung Kwak

Department of Biology, Mokpo National University

ABSTRACT

The bleeding of 39 *Acer mono* trunks by wounding was investigated at the altitudes of 400m, 500m, 800m, and 1100m on Wangsirobong(1,214m), Mt. Chiri area (127°34'E., 35°14'N.) from February 4 to March 21, 1993 and from February 23 to March 23, 1994. The amount of sap in a day was closely related to the change of air temperature and wind speed. Especially, the abundant sap was exudated at the ranges of $-4 \sim 13^{\circ}\text{C}$ in the daily range of temperature and it was below 0.14m/s in wind speed. The most abundant bleeding was exudated from *Acer mono* trunk located south facing slope in 800m altitude. Also the amount of sap increased with increasing surface area of crown. The maximum bleeding of sap was collected from the hole punctured at 80cm height from the ground surface at southern part of the trunks. And the number of exudation holes had an important effect on bleeding of sap but the number of holes should be controlled by DBH of trunks. These results suggested that the exudation was influenced by the daily range of temperature and wind speed. And the altitude, direction of slope where the trees occurred, surface area of crown, the number of exudation holes, height from the ground surface and the direction of the holes on the trunk also influenced the exudation of sap. Recovery of wounding tissue on exudation hole was 91.6% when germicide(Dimethyl-4,4'-ophenylene bis 3-thio alonate) was treated from April to October after bleeding of sap in the year.

Key words: *Acer mono*, Climatic factors, Environmental factors, Sap exudation

緒 論

낙엽활엽수 중 단풍나무과의 고로쇠나무(*Acer mono*)는 이른 봄철 잎이 피기전에 수피부에 상
이 논문은 1993년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

처를 받게되면 출수현상(bleeding exudation)을 나타낸다. 이는 물관내의 도관압이 높아져서 물관 조직으로부터 수액이 분비된 것이다(郡場 1963, 井口 등 1985, Noggle and Geogre 1982). Setvens(1945)과 Marvin(1958)은 이를 줄기 자체에서 발생한 幹壓으로부터 발생한다고 하였고, Robert 등(1987)은 당(sugar)이 도관 수용액에 존재 해야만 결빙(freezing)될 때 수액을 흡수하고 해빙(thawing)될 때는 수액을 방출한다고 하였다. Marvin 등(1967)은 수액 당도의 결정은 온도의 변화에 의존한다고 보고 하였으며, 또한 Melvin (1983), O'Malley과 Milburn (1983), Milburn과 O'Malley(1984) 및 Tyree(1983)는 수액흡수는 식물체온이 감소될때 생기며, 느리게 결빙될때 많은 양의 수액이 흡수되는 사실을 밝혔다. 수액속의 당은 방사조직속에 녹말형태로 있다가 온도에 의하여 전환 된다고 알려졌다(Morselli *et al.* 1978, Gregory 1977, 맹 1984, Jones and Alli 1987). 이와같이 온도는 수액속의 당의 생성과 흡수 및 방출에 밀접한 관계가 있음이 알려졌다. Melvin(1983)은 설탕단풍나무의 수관부에 직경 약 1cm의 출수공으로부터 4~8의 수액이 출수되고, 또한 수액의 당농도는 2~6%임을 밝혔다. Haski와 Takeshita(1973), Terazawa(1986a,b), 寺澤(1989, 1991), 전라남도 보건환경연구소(1991), 김 등(1991), 中山 등(1993, 1994)은 수액 성분을 분석한 결과 건강음료로 확인하였다. 고로쇠나무는 지리산 지구와 백운산 지구 등 여러 곳에서 오래전부터 조춘기인 2월과 3월에 수액을 채취하여 약수로 복용하여 왔다. 오늘날은 천연 자연 건강음료로 사람들의 선호도가 날로 높아져가고 시판되어 인근 주민들의 소득증대에 중요한 삼림자원으로 각광을 받고 있다. 수액은 공급이 수요에 미치지 못하여 주민들은 이의 충족을 위해 수간부에 비과학적으로 출수공을 뚫음으로 말미암아 수간의 상처 부위가 부식 손상되어 수세의 약화, 노화를 촉진시키고, 고사 및 바람에 도목이 되어 삼림자원이 훼손되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 前報(金과 郭 1994)에서 밝힌 바와 같이 수액 출수 기간(2월 ~ 3월)에 $-5 \sim +8^{\circ}\text{C}$ 의 일교차를 가장 오래 지속하는 지리산(52일) 지역의 고로쇠나무를 공시목으로하여 수액 출수에 미치는 환경요인의 규명과 상처난 출수공의 보호 관리 및 수액 채취의 과학적인 방법을 연구하여 고로쇠나무군락의 자원화에 기여하고자 한다.

調查內容 및 方法

조사지소와 공시목의 선정

본 조사는 1993년 2월 4일부터 3월 21일까지와 1994년 2월 22일부터 3월 23일까지의 기간에 실시하였다. 조사지는 국립공원 지리산 왕시리봉(1,214m) 산록인 전남 구례군 토지면 내서리 신촌후곡(동경 $127^{\circ}34'$, 북위 $35^{\circ}14'$) 해발고도 400m, 500m, 800m, 1100m 지소를 중심으로 각 조사지소에서 각각 공시목 10, 9, 11, 9 개체를 선정하였다(Fig. 1).

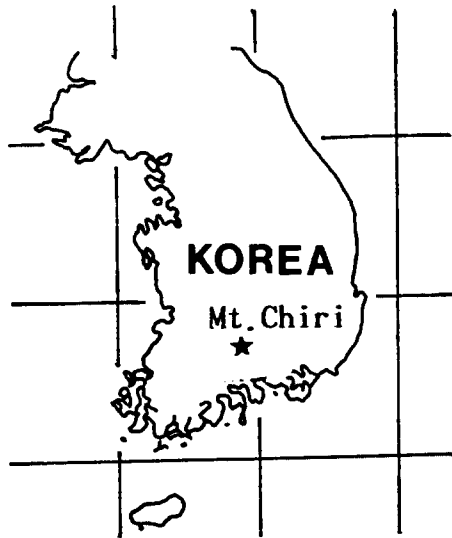
수액 채취 방법 및 출수량 측정

수액 채취를 위한 출수공은 Wood drill을 사용하여 수간부 높이 20, 50, 80cm에 직경 12, 15, 18mm, 깊이 3cm의 크기로 구멍을 뚫었다. 출수공의 수와 방위는 흉고직경(DBH)의 크기에 따라 조정하였다.

출수량은 출수공의 크기에 따라 합성수지로 된 中空의 마개를 출수공에 삽입한 후 중공된 부위에 polyethylene tube를 삽입하여 액량계를 연결시켜 시간별, 일별, 주별 단위로 측정하였다.

수액 출수에 미치는 환경요인

1) 기상적 요인



氣溫은 전자식 자기 온습도계(RATONA, model R-704)를 조사지소에 조사기간 동안 설치하여 일최저기온과 일최고기온 및 일교차 등의 온도 변화를 측정하였다.

식물체온은 digital 수온계(Testo, model D-79849)를 樹幹部 80cm높이에 3cm깊이로 sensor를 삽입시켜 출수가 진행되는 동안 측정하였으며, 지온은 수온 지온계로 지하 5cm 깊이의 온도를 측정하였다.

상대습도는 digital thermo-hyrometer(Wescor, model HT-72)로 측정하였고, 풍속과 기압은 digital 풍향풍속계(Capricorn II)를 사용하여 출수가 진행되는 동안 측정하였다.

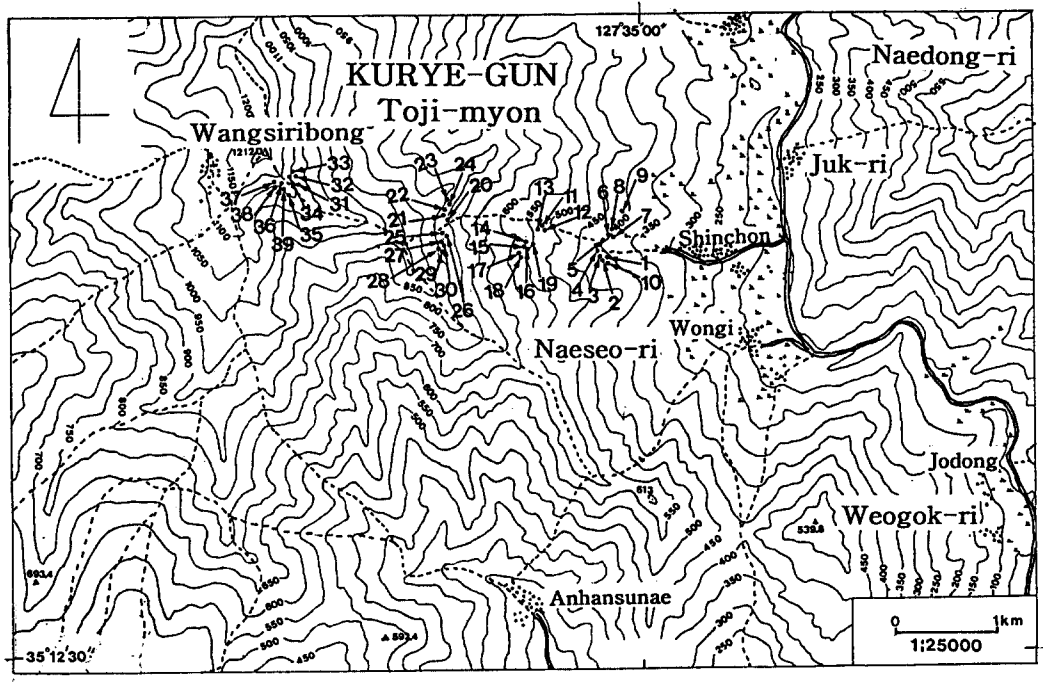


Fig. 1. Map showing the studied sites of Wangsiribong in Mt. Chiri. The numerals indicate 39 sample trunks for collection and measurement of bleeding sap.

2) 지형적 요인

공시목의 입지환경인 해발고도와 사면별로 출수기간에 따른 출수량을 측정하였다.

3) 공시목 요인

각 고도에서 DBH 10, 20, 30, 40, 50cm 공시목 두 그루씩을 선정하여 남방향으로 뚫은 출수공 으로부터 출수한 양을 측정하였고, 출수공수와 출수량은 DBH크기가 같은 공시목에 출수공 수를 다르게 천공하여 출수된 수액 총량을 측정하였다.

출수공의 지상부 높이와 방위에 따른 출수량은 표고 400m지소에서 공시목의 수관부 높이 20, 50, 80cm에 18mm크기의 출수공을 동, 서, 남, 북의 방위별로 천공하여 출수한 수액량을 측정하였다.

수관부 표면적에 따른 출수량 추정은 각 공시목에서 출수한 개체별 출수총량과 수관부 표면적과의 상관관계를 구하여 유의성을 검증하였다. 단, 수관부 표면적(S)은 삼각형회전체의 표면적 유형으로부터 유도한 다음식으로 산출하였다.

$$S = 2\pi \sqrt{1 + \frac{h^2}{b^2} \cdot \frac{bh}{2}}$$

여기서 S는 수관부 표면적, h는 樹高, b는 중심으로부터 分枝된 길이를 말한다.

출수공의 callus 형성실험

수액 채취 후에 출수공(傷口)은 부식된다. 이를 방지하기 위하여 callus 형성과정에 대한 실험을 하였다. 4월 5일에 삽입한 마개를 제거하고 다음과 같이 약제를 상구에 도포한 후 10월 3일에傷口 회복상태를 조사하였다. ① 무처리구, ② 백색 paint 처리구 (paint 2: 신나 1), ③ 식물생장 hormone 처리구 (auxin과 gibberelin을 각각 0.1, 1, 10 μ g/ml 처리), ④ 살균제(Dimethyl-4, 4'-ophenylene bis 3-thio alonate, 日本曹達株式會社 製造) 처리구

結果 및 考察

수액출수에 미치는 환경요인

1) 기상적 요인

Table 1은 1994년 2월 23일부터 3월 23일까지의 기간에 표고 560m지점에 자생하고 있는 DBH 45cm, 수고 7m인 공시목 18번(Fig. 1)의 수관부 높이 80cm에 동쪽방위에서 뚫은 출수공으로부터 나온 출수량과 기상환경요인과의 상관관계를 분석한 것이다. 수액 출수기간 중의 일최저기온과 출수량 사이에는 0.642의 (-)상관으로 1% 수준에서 고도의 유의성이 인정되었으며, 일교차와 출수량간에는 0.571의 (+)상관으로 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 또한 풍속과 수액 출수량과의 사이에는 0.479의 (-)상관으로 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 상대습도의 일평

Table 1. Correlation coefficients between climatic factors and sap amount of sample trees in *Acer mono* from February 23 to March 23, 1994.

	Low temperature	Daily range of temperature	Relative humidity	Air pressure	Wind speed	Sap amount
Low temperature	1.000					
Daily range of temperature	-0.384	1.000				
Relative humidity	0.055	-0.055	1.000			
Air pressure	-0.395	-0.187	0.354	1.000		
Wind speed	0.179	-0.249	0.432	0.249	1.000	
Sap amount	-0.642**	0.571*	-0.237	-0.013	-0.479*	1.000

* P < 0.05, ** P < 0.01

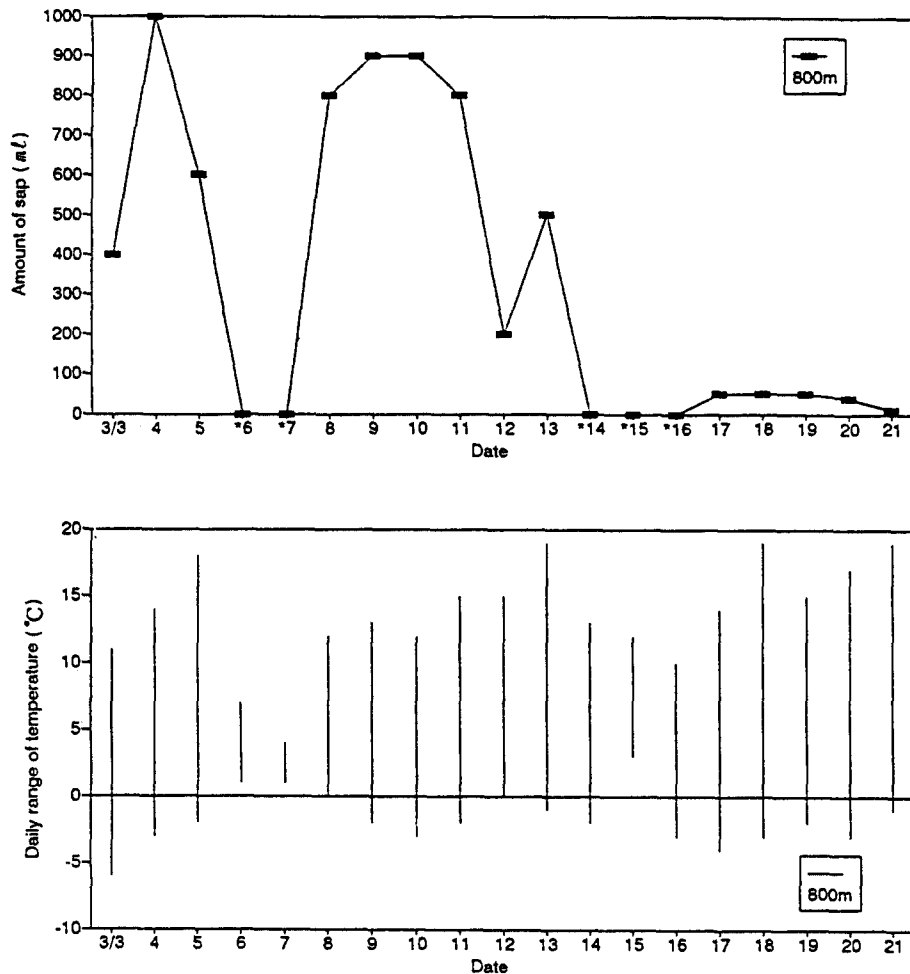


Fig. 2. Daily variation of bleeding sap affected by daily range of the temperature in *Acer mono* at 800m altitude from March 3 to 21, 1993. Sap was obtained from the southern hole in DBH 35cm trunk, * represents rainy day

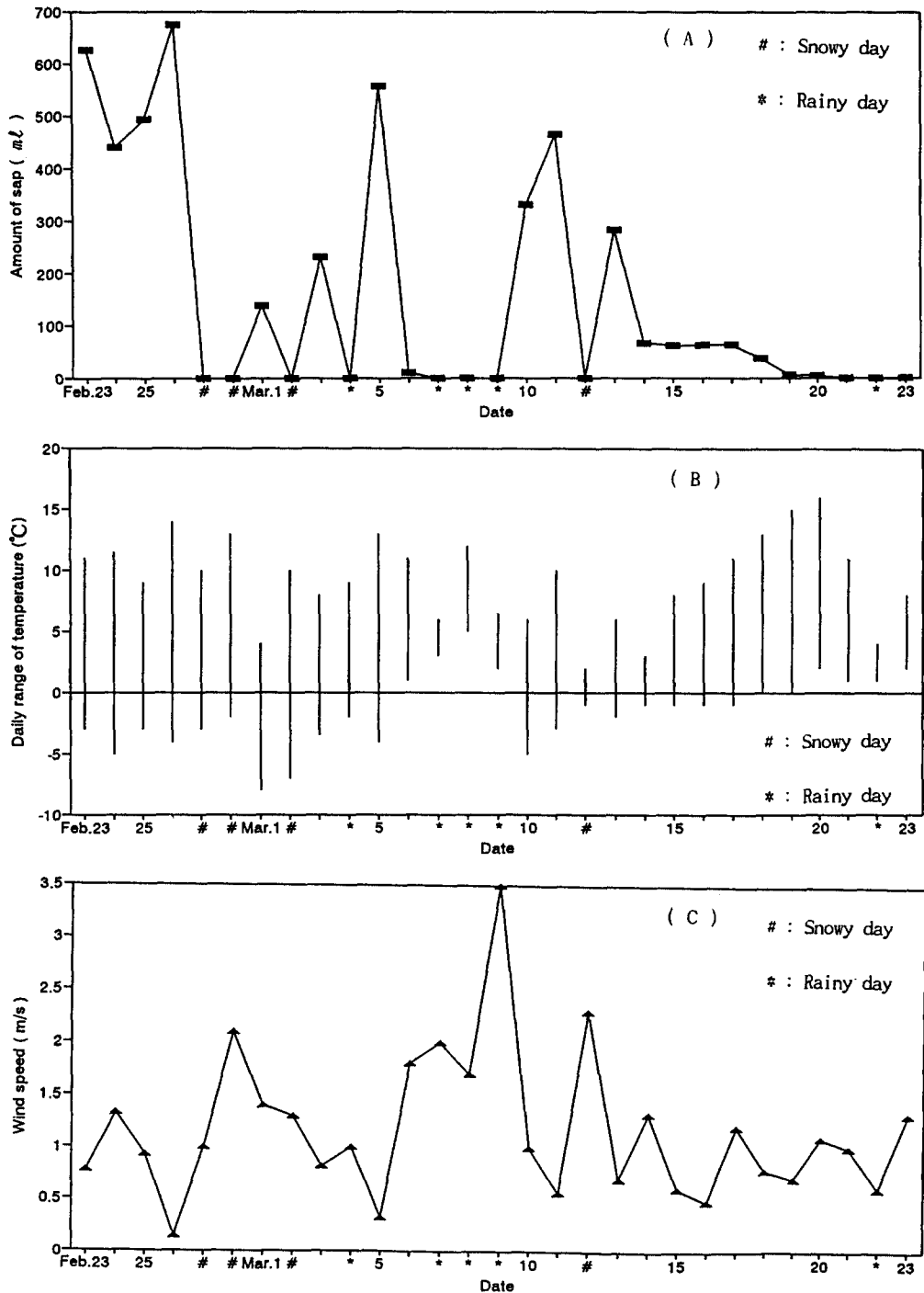


Fig. 3. Daily variation of bleeding sap (A), affected by daily range of the temperature (B), and wind speed (C) in *Acer mono* at 560m altitude from February 23 to March 23, 1994. Sap was obtained from the eastern hole in DBH 45cm trunk.

평균과 수액 출수량과의 사이에는 0.237로 (-)의 상관이었지만 통계적인 유의성은 없었으며, 기압의 영향은 0.013으로 (-)의 상관을 보였으나 유의성은 인정되지 않았다. 이상의 결과로 일 최저기온, 일교차와 풍속 등의 기상요인이 수액출수에 미치는 환경요인으로 분석되었다.

(1) 온도의 변화와 출수량

Fig. 2와 3(A, B)은 표고 800m와 560m지소에서 DBH 35cm와 45cm의 공시목에서 출수한 수액량과 일교차와의 관계를 2년간(1993, 1994)의 출수기에 측정된 결과이다. 각 지소에서 일 출수량이 500ml를 상회한 날의 평균 일교차는 Fig. 2에서 -3.2 ~ +14℃, Fig. 3에서는 -4 ~ +12℃로써 출수에 미치는 최적 일교차의 범위는 -3.5 ~ +13℃로 나타났으며 또한 일 최저기온은 -2℃ 이하에서 일 최고기온은 +10℃ 이상으로 나타났다. 한편 출수가 전혀 안된 날인 Fig. 2에서 3월 6, 7, 14, 15, 16일(1993)은 雨天이었으며, Fig. 3에서 3월 6, 19, 20, 21일은 최저기온이 영상으로 나타났다. 또한 Fig. 2에서 3월 17일 이후는 최저온도가 -1℃이고 최고온도가 15℃ 이상으로 출수는 현저히 감소되거나 중지되었다. 이는 기온이 15℃ 이상으로 상승되어 생강나무의 꽃눈이 피고 있음을 보아 고로쇠나무도 증산작용이 촉진되어 출수는 중지된 것으로 사료된다. Cortes와 Sinclair(1985)가 일교차가 클수록 많은 수액이 출수 된다고 한 사실과 일치되었다.

(2) 풍속의 강도와 출수량

Fig. 3(A, C)은 풍속과 수액 출수량과의 관계를 나타낸 그림이다. 평균풍속이 0.14m/s인 2월 26일의 출수량은 3375ml, 0.32m/s인 때인 3월 5일의 출수량은 2800ml로 나타났으나 1.4m/s 인

3월 1일은 130ml, 1.8m/s인 3월 6일은 출수가 감소 및 중지 되었다. 풍속과 출수량과의 관계는 무풍상태에서 0.14m/s인 때에 가장 많은 출수량을 나타냈고 풍속이 1.8m/s 이상인 때는 출수가 중지됨을 알 수 있었다.

2) 지형적 요인

(1) 고도에 따른 출수량

Fig. 4는 각 고도에서 DBH 35cm의 공시목에 남방향으로 천공한 출수공에서 출수한 수액량을 주단위로 합산하여 측정된 값이다. 출수량은 고도 400m지점에서는 2월 25일부터 3월 4일까지의 기간에 최고치 250ml를, 고도 500m지소에서는 3월 4일부터 11일까지의 기간에 최고치 800ml를, 고도 800m 지소에서는 2월 26일부터 3월 11일까지의 기

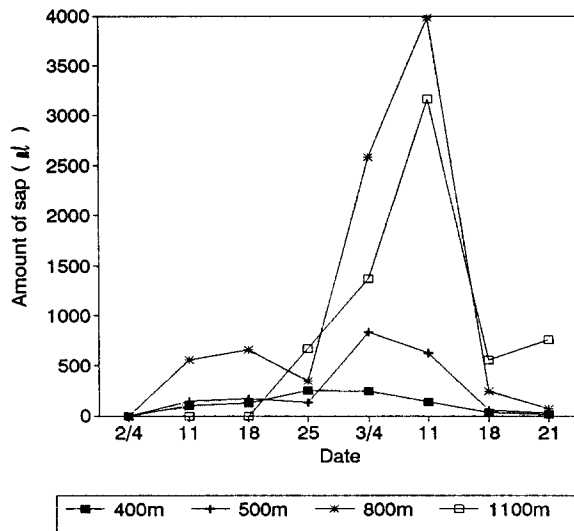


Fig. 4. Comparison of sum of sap per week at 400m, 500m, 800m and 1100m altitude in *Acer mono* from February 4 to March 21, 1993. Sap was obtained from the southern hole in DBH 35cm trunk.

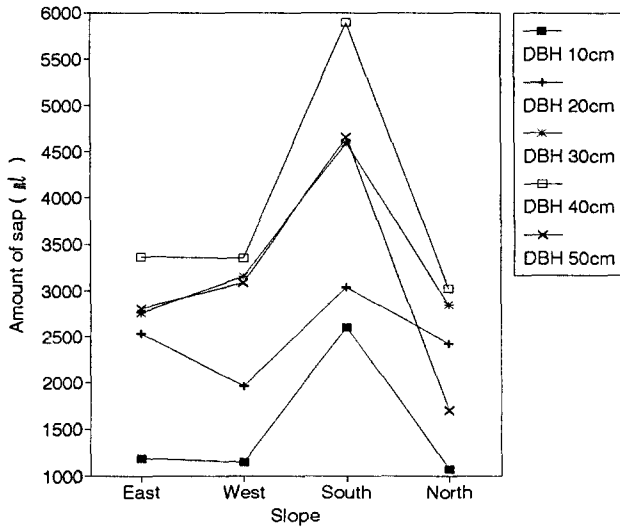


Fig. 5. Sap exudation according to the slope and the DBH in *Acer mono* from February 4 to March 21, 1993. Sap was obtained from the exudation hole in the southern part of the trunk.

라 남방향으로 뚫은 출수공으로부터 출수량을 측정한 평균값이다. DBH크기에 따른 출수량은 DBH 10cm에서 1501ml, 20cm에서 2485ml, 30cm에서 3337ml, 40cm에서 3907ml로 DBH의 크기가 증가함에 따라 출수량도 증가하였으나 DBH 50cm 이상에서는 3603ml로 감소되었다. 이는 공시목의 평균 수관부 표면적을 비교한 결과 DBH 40cm는 209m²였고 50cm는 165m²로 후자의 표면적이 적게 나타났다. 이는 해마다 수액 채취로 인하여 수세의 노화와 광합성량의 저하로 해석된다. 사면별 수액출수량은 전 공시목이 남사면에서 최대치를 나타냈고 동사면, 서사면, 북사면의 순으로 감소 되었는데 이는 태양의 고도가 차차 상승한 원인으로 사료된다.

간에 최고치 800ml를, 고도 800m 지소에서는 2월 26일부터 3월 11일까지의 기간에 급상승하여 최고 4000ml로, 고도 1100m에서는 2월 19일부터 늦게 출수하여 3월 11일을 전후하여 출수량이 증가되어 최고치 3500ml까지 출수되었다. 400m지소에서는 출수가 빨리 시작되어 빨리 끝났으며 1100m지소에서는 출수가 늦게 시작되어 늦게 끝남을 알 수 있었다. 이는 고도별 일교차와 Kira(1948)가 밝힌 고도에 따른 氣溫低減率로 사료된다.

(2) 사면에 따른 출수량

Fig. 5는 표고 800m지소에서 각 사면의 DBH크기에 따

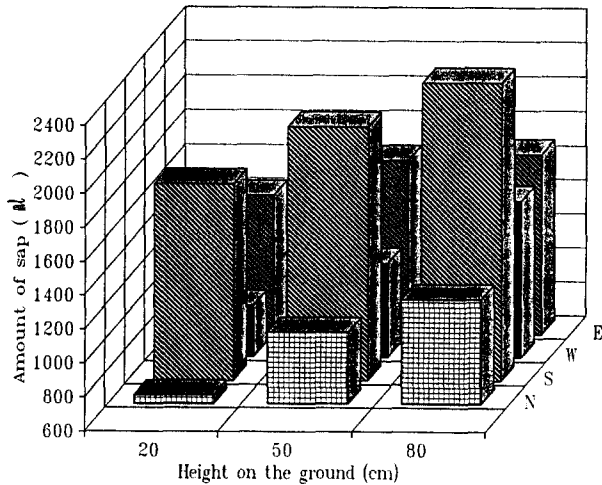


Fig. 6. Sap exudation according to the direction and the height of exudation hole from ground surface at 400m altitude in *Acer mono* from February 4 to March 21, 1993.

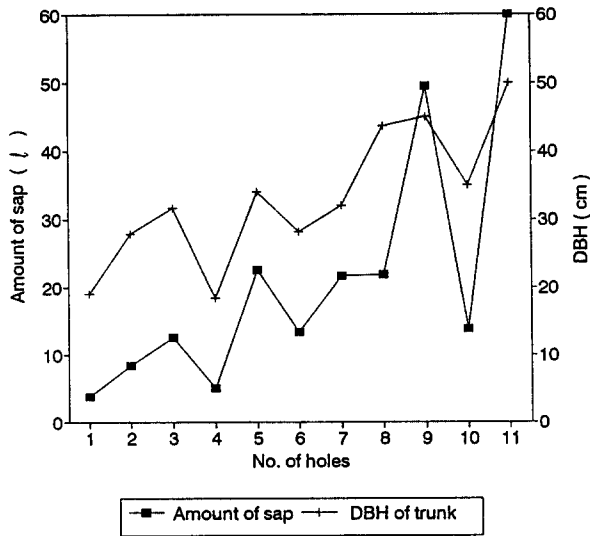


Fig. 7. Amount of sap according to the DBH of trunk and the number of exudation holes in *Acer mono* from February 4 to March 21, 1993.

(2) 출수공 수와 출수량

Fig. 7은 DBH의 크기에 따른 출수공수와 출수량과의 관계를 나타낸 그림이다. DBH의 크기에 따라 출수공수를 증가시키면 출수량도 증가하였다. 그러나 DBH의 크기가 일정한 20cm의 수간부에 출수공을 1개와 4개를 천공 하였을때의 수액 출수량은 각각 5l와 6l이며 또한 DBH의 크기 36cm의 수간부에 출수공 3개와 10개를 천공하였을때 역시 각각 13l와 15l로 약간의 증가량의 차이를 볼 수 있었다. 이상의 결과로써 출수공 수를 증가시켜도 수액 출수량은 DBH

의 크기에 제한됨을 알 수 있었다. 따라서 적정 출수공 수는 DBH 20cm까지 1개, 30cm까지 3개, 40cm까지 4개, 50cm이상은 9개까지도 출수량은 비례하여 증가함을 알 수 있었다. 柳澤(1953)은

3) 공시목 요인별 출수량
(1) 출수공의 방위와 높이에 따른 출수량

Fig. 6은 표고 400m지소에서 공시목의 수간부높이 20cm, 50cm, 80cm에 18mm크기로 동, 서, 남, 북 방위로 뚫은 출수공에서 출수한 출수량을 측정하였다. 출수량은 남>동>서>북 방위의 순으로 나타났다. 이는 사면의 경우와 같은 결과였다. 출수공의 높이는 80cm가 최고치를 나타냈는데 이것은 Setvens(1945)와 Marvin(1958)이 수액 출수 현상은 근압에 의한 직접적인 영향보다는 수간부 도관의 간압의 영향이라고 해석한 내용과 일치하였다.

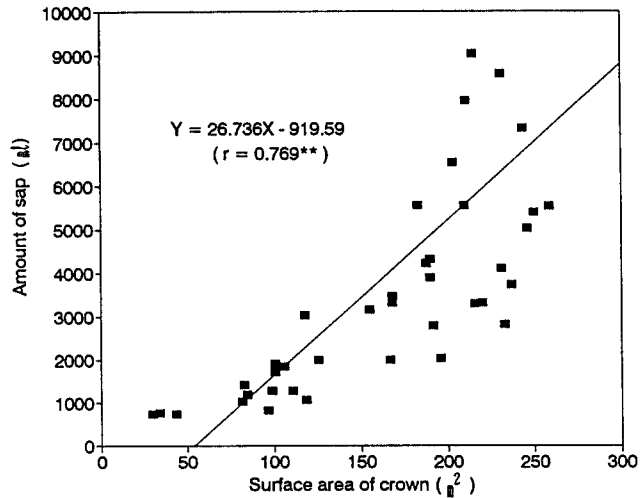


Fig. 8. Relation between the surface area of crown and sap amount in *Acer mono* from February 4 to March 21, 1993. Sap was obtained from the exudation hole in the southern part of the trunk.

Table 2. Recovery of the wounding tissue damaged by exudation hole in *Acer mono* from April to October, 1993 and 1994.

Treatment	Degree of recovery		
	(mm / 18mm)	(%)	
IAA (μg / ml)	0.1	11.0 \pm 1.97	61.1
	1	13.8 \pm 3.37	76.6
	10	12.7 \pm 3.89	70.5
GA (μg / ml)	0.1	12.6 \pm 3.39	70.0
	1	14.0 \pm 2.94	77.7
	10	10.3 \pm 2.49	57.2
Paint		15.7 \pm 2.83	87.2
Germicide		16.5 \pm 1.5	91.7
Control		12.8 \pm 3.93	71.1

Morrow(1955)가 지적한 바와 같이 수관부 표면적이 클수록 광합성량이 증가된다고 한 사실과 일치하였다. 또한 Nakashizuka와 Numata(1982)는 수관부의 수광량과 광합성량은 비례한다고 하였으며, 박 등(1989)이 고로쇠나무의 수액출수량과 수관부 폭과의 상관관계를 연구한 결과와 일치하였다.

출수공의 callus 형성

Table 2는 공시목의 상구에 약제를 처리한 후에 회복상을 측정된 결과이다. 살균제 처리구는 91.7%의 회복상을, 백색 paint처리구는 약 87%의 회복상을, 식물생장 호르몬인 auxin과 gibberellin $1\mu\text{g}$ / ml 농도 처리구는 각각 77%, 78%의 회복상을, 무처리구는 71%로 callus가 형성되었다. John과 Alex(1971)는 꽃단풍(*Acer rubrum*)에 있어서 수관부의 30°각도에서 깊이 2cm, 직경 1.5cm폭으로 천공하였을때 34일후 체관에 callus가 축적되어 새로운 물관조직이 형성되고 상구의 상하 10cm도관(vessel)에 천공판(perforation plate)이 형성되었음을 보고하였다. 柳澤(1953)은 穿孔部の 부식 예방을 위하여 formaline계통의 약제를 사용하였음을 보고하였다. 수액 채취 후에 상구에 반드시 살균제나 백색 paint를 도포하여 줄 것을 제안한다.

摘 要

본 연구는 1993년 2월 4일부터 3월 21일까지와 1994년 2월 2일부터 3월 23일까지의 기간에 지리산 왕시리봉산록(127°34'E., 35°14'N.) 신촌마을 후곡에서 고로쇠나무에 대한 수액 출수에 미치는 기상적, 지형적 및 공시목 자체 요인에 대하여 현장 실험 연구를 실시한 결과는 다음과 같다.

수액 출수에 미치는 기상환경 요인 중 최적 온도요인은 일최저기온이 $-2 \sim -5^{\circ}\text{C}$ 이고 일최고 기온이 $9 \sim 14^{\circ}\text{C}$ 이며 일교차는 $-4 \sim +13^{\circ}\text{C}$ 로 추정된다. 출수가 잘 되는 날의 풍속은 $0.4 \pm 0.34\text{m/s}$ 이었으며 풍속이 1.8m/s 이상인 경우는 출수가 중지되었다. 降水가 진행시에는 일교차에 관계없이 출수가 중지되었다.

자작나무에서 DBH 30~49cm까지 4개, 50~69cm까지 6개, 80cm이상에서 11개까지의 천공할 것을 제안하였다.

(3) 수관부 표면적과 출수량

Fig. 8은 공시목 39개체에 대하여 남방향으로 천공한 출수공에서 출수된 수액량과 수관부 표면적과의 관계를 나타낸 것으로 수관부 표면적이 증가함에 따라 수액 출수량도 증가하였다. 수관부 표면적과 수액 출수량과의 관계를 유의성 검증한 결과 (+)의 상관으로 1%수준에서 유의성이 인정되었다. 이는 Mor-

지형적인 조건은 표고 400m의 저지대에서는 출수가 빨리 시작되어 빨리 끝나고 고지대인 1100m에서는 늦게 시작되어 늦게 끝났으며 출수기간도 짧았다. 고로쇠나무 수액출수는 표고 800m의 경우가 최적으로 조사되었다.

공시목별 수액 출수량은 DBH크기와 수관부 표면적이 증가하면 증가되었으나 DBH가 일정한 크기의 공시목에 출수공 수를 증가시켜도 출수량은 증가되지 않고 DBH 크기에 제한되었다. 출수공의 높이는 80cm가 최적이고 방위는 출수 초기(2월초순)에는 남방위에서, 중기(3월초순)에는 남동방위에서, 말기(3월중순)에는 서북방위에서 출수가 잘 되었다.

출수공(傷口)의 callus형성은 살균제(Dimethyl-4, 4'-ophenylene bis 3 - thio alonate)와 백색 paint를 도포하면 90 ~ 87% 이상의 callus가 형성되었다.

引用文獻

- 金喆洙·郭愛京. 1994. 고로쇠나무(*Acer mono*)의 수액출수에 미치는 환경요인과 그 군락의 자원에 관한 연구: 생육지환경과 군락의 구조. 한국생태학회지 17:333-344.
- 김충모·정두례·서화중. 1991. 지리산지역 고로쇠나무 및 거제수나무의 수액성분에 관하여 - Mineral과 Sugar성분에 관하여 -. 한국영양식량학회지 20: 479-482.
- 맹주선. 1984. 식물생리학. 선진문화사, 서울. 229p.
- 朴亨淳·宋源度·羅千洙. 1989. 白雲山地域 고로쇠나무의 樹液採取量과 生長및 溫度와의 關係. 林業育種研究報告 25:30-34.
- 全羅南道 保健環境研究所. 1991. 지리산지역 고로쇠나무 및 거제수나무 수액성분에 관한 조사연구. 23p.
- 郡場寬. 1963. 植物生理生態. 養賢堂. 東京. pp. 105-108.
- 中山泰英·石墨邦·寺澤實·柳生佳樹. 1993. 樹木の 生活組織の能力開發 (1) -シラカンバ 樹液の 化學成分とその 利用-. 第 43會 日本木材學會大會 研究發表要旨集. 253p.
- 中山泰英·寺澤實·姜洪洲·玉井俗·柳生佳樹. 1994. シラカンバ樹液の 飲料化. 第 44會 日本木材學會大會 研究發表要旨集. 326p.
- 柳澤總雄. 1953. 白樺とイタヤの樹液の採集が-その後の生長と材質にとのよりに影響するか. 北方林業紙 11:222-226.
- 井口博信·寺澤實·香山彊. 1985. シラカンバ樹液に 關する研究. 日本木材學會北海道講演會 17:49-52.
- 寺澤實. 1989. 樹皮, 樹液, 果實の化學成分とその利用. 北海道大學 農學部特定研究. pp. 154-166.
- 寺澤實. 1991. 樹木抽出成分の利用. 日本木材學會研究第3分科會. pp. 59-66.
- Cortes, P. M. and T. R. Sinclair. 1985. The role of osmotic potential in spring sap flow of mature sugar maple trees (*Acer saccharum* Marsh). J. Exp. Bot. 36(162): 12-24.
- Gregory, R. A. 1977. Cambial activity and ray cell abundance in *Acer saccharum*. Can. J. Bot. 55: 2559-2564.
- Haski, M. and T. Takeshita. 1973. Hypocholesterolemic effect of wood hemicelluloses on cholesterol-fed rates. Jour. Jap. Wood Res. Soc. 19:101-103.
- John, P. R. and L. S. Alex. 1971. Some changes in red maple, *Acer rubrum*, tissues within 34 days after wounding in July. Can. J. Bot. 50:1783-1784.

- Jones, A. R. C. and I. Alli. 1987. Sap yields, sugar content, and soluble carbohydrates of saps and syrups of some Canadian birch and maple species. *Can. J. For. Res.* 17:263-266.
- Kira, T. 1948. On the altitudinal arrangement of climatic zones in Japan, *Kanti-Nogaku* 2: 143-173.
- Marvin, J. W. 1958. The physiology of maple sap flow. pp. 95-124. *In* K. V. Thimann (ed.). *The Physiology of Forest Trees*. Ronald Press, New York.
- Marvin, J. W., M. F. Morselli and F. M. Laing. 1967. A correlation between sugar concentration and volume yields in sugar maple: an 18-year study. *For. Sci.* 13:346-351.
- Melvin, T. 1983. Maple sap uptake, exudation and pressure changes correlated with freezing exotherms and thawing endotherms. *Plant Physiol.* 73:277-285.
- Milburn, J. A. and P. E. R. O'Malley. 1984. Freeze-induced sap absorption in *Acer pseudoplatanus*: a possible mechanism. *Can. J. Bot.* 62:2101-2106.
- Morrow, R.R. 1955. Influence of tree crowns on maple sap production. *Cornell Agric. Exp. Stn. Bull.* p16.
- Morselli, M.F., J.W. Marvin and F.M. Laing. 1978. Image-analyzing computer in plant science: more and larger vascular rays in sugar maples of high sap and sugar yield. *Can. J. Bot.* 56:983-986.
- Nakashizuka, T and M. Numata. 1982. Regeneration process of climax beech forests I. Structure of a beech forest with the undergrowth of *Sasa*. *Jap. J. Ecol.* 32:57-67.
- Noggle, G.R. and J.F. Geogre. 1982. Introductory plant physiology. pp. 413-414.
- O'malley, P.E.R and J. A. Milburn. 1983. Freeze-induced fluctuations in xylem sap pressure in *Acer pseudoplatanus*. *Can. J. Bot.* 61:3100-3106.
- Robert, W.J., T.T. Melvin and M.A. Dixon. 1987. A requirement for sucrose in xylem sap flow from dormant maple trees. *Plant Physiol.* 84:495-500.
- Setevens, C. L. E. 1945. Observations on the causes of flow of sap in red maple. *Plant Physiol.* 20:636-648.
- Terazawa, M. 1986a. Phenolic compounds in living tissues of wood. VI. ligustroside and oleuropein in *Fraxinus mandshurica* Rupr. var. *japonica* Maxim. and *Syringa vulgaris* L. and their seasonal variation in them. *Res. Bull. Exp. For.* 43 :109-126.
- Terazawa, M. 1986b. Phenolic compounds in living tissues of wood. VII. Pinoresinol monoglucoside in *Fraxinus mandshurica* Rupr. var. *japonica* Maxim. *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 62:415-426.
- Tyree, M. T. 1983. Maple sap uptake, exudation and pressure changes correlated with freezing exotherms and thawing endotherms. *Plant Physiol.* 73:277-285.