

## 落葉松의 挿木發根에 관련된 物質 및 發根過程<sup>1</sup>

具永本<sup>2</sup> · 玄正愷<sup>3</sup>

### Initial Root Development of *Larix leptolepis* Gordon Cuttings as Related to Organic Substances and Cutting Date<sup>1</sup>

Yeong Bon Koo<sup>2</sup> and Jung Oh Hyun<sup>3</sup>

#### 要 約

낙엽송(*Larix leptolepis* Gordon)의 삽목발근에 관련된 諸 要因을 구명하기 위하여 녹지삽목 시기인 7월 10일을 전후해서 6월 24일부터 7월 25일까지 일주일 간격으로 5주간 삽수를 채취하여 삽수내 수분함량, 탄수화물함량, 무기물함량을 조사하고, IAA 함량은 2주일 간격으로 3회 조사하였으며, 삽목 후 매주 삽수를 굴취하여 뿌리 발달과정을 조사하였다.

클론 별 IAA 함량에서는 발근이 잘되는 클론이 발근 어려운 클론의 삽수 생중량 g당 평균 1.26 $\mu$ g에 비하여 1.31 $\mu$ g으로 다소 많은 경향을 나타내었다. 녹지삽목의 적절한 시기로 판단되는 7월 8일에서 15일 사이 삽수의 수분 함량은 발근 잘되는 클론이나 그렇지 않은 클론 각각의 수분함량은 76%, 75%로 조사되었다.

更生枝(hedged branch) 挿穗의 탄수화물, 인산, 질소 함량은 각각 19.8%, 0.61%, 1.87%로 처리하지 않은 比較木 挿穗의 13.8%, 0.41%, 1.42%에 비하여 함량이 많았다. 탄수화물의 함량과 C/N율도 갱생지의 삽수가 비교목의 삽수보다 높았다. 클론간 탄수화물의 함량은 삽목 시기인 7월 8일과 15일에 발근이 우수한 클론은 16.2%와 12.6%인데 비하여 발근 불량한 클론은 10.2%와 7.8%로 우수클론이 비교적 많은 경향을 보였다. C/N율도 삽목 시기부터 발근이 우수한 클론에서 높은 값을 보였다. 무기성분의 경우  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ 은 발근 불량클론이 많았으나 인산은 발근 우수클론이 많았다.

낙엽송 挿木 發根에 關與하는 物質은 특정한 한가지 물질에 의하여 좌우하는 것이 아니라 탄수화물, 질소, C/N율, K/C율, 인산 등의 여러 가지 물질이 복합적으로 관여하는 것으로 판단된다.

原根基가 나타나는 시기는 삽목 1주일 후부터이며 그 위치는 대부분의 사부조직이지만 극히 일부는 캘러스 조직에서도 관찰되었다. 根基는 대개 2주 후부터 관찰되었고 새로운 뿌리로의 발달은 빠르면 3주 후에 삽수의 표피 외부로 나타나고 대개 삽목 5주 후부터 뿌리로 발달되었다.

#### ABSTRACT

This study was conducted to identify factors involved in rooting of Japanese larch cuttings. Cuttings were taken every week from June 24th to July 25th before and after the 10th of July which supposed to be best time for cutting. The content of IAA, carbohydrate, nitrogen and inorganic elements such as  $Mg^{++}$ ,  $K^+$  and  $Ca^{++}$  within cutting materials were analyzed. After the cuttings were planted, the root development was observed every week.

<sup>1</sup> 接受 1996年 1月 15日 Received on January 15, 1996.

<sup>2</sup> 林木育種研究所 育種科(Division of Breeding, Forest Genetics Research Institute)

<sup>3</sup> 서울대학교 농생대 산림자원학과(Dept. of Forest Resources, Agriculture and Life Science, Seoul National Univ.)

Cuttings of easy-to-root clones were higher in IAA contents than the cuttings of hard-to-root clones at the time of cuttings were taken. There were significant differences in moisture content of cuttings taken on June 24th and July 25th between easy-to-root and hard-to-root clones, however no significant differences in moisture contents were observed between them taken on the 8th and 15th of July which supposed to be the best time for cutting.

Inorganic matters and carbohydrate contents of cuttings taken from hedged trees were higher than those of non-hedged trees. The ratios K/C and C/N of cuttings taken from hedged trees were higher than those of non-hedged trees. Cuttings taken from easy-to-root clones showed higher content of carbohydrate and nitrogen than those of hard-to-root clones. The contents of inorganic elements, such as  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ , and  $Ca^{++}$  in cutting taken from hard-to-root clones were slightly higher than that of easy-to-root clones. The ratio C/N and K/C of cuttings which were taken from easy-to-root clones have shown a similar trend of carbohydrate and nitrogen.

These data indicate that there was no one dominant factor that affect rooting of cutting, but many factors such as contents of IAA, carbohydrate, nitrogen, phosphate, and ratios of C/N and K/C appeared to affect on rooting of cuttings variously.

Most of root initials were formed from phloem tissue within one week after cutting, and few were formed from callus tissue. Root primordia were developed from root initials within two weeks after cutting, and most of new roots were developed from root primordia within about five weeks after cutting.

*Key words:* Larix leptolepis, Japanese larch, Cutting, Rooting mechanism, Hedged tree, Root initial, Root primordia

## 緒 論

낙엽송은 우리나라에서 잣나무와 더불어 長期用材樹로 가장 유망한 수종 중의 하나이다. 그러나 낙엽송은 結實期에 도달하는 기간이 길며 또한 開花結實의 週期가 5-7년으로 길고(金智文, 1988), 週期性이 일정하지 않아 증자생산이 어려운 실정이다.

日本은 이미 60년대에 낙엽송의 挿木増殖을 실시하였으며(Okada, 1967), '80년 후반에는 낙엽송 재질 개량의 일환으로 川村忠士와 川村一(1987)에 의하여 85%의 삼목 발근율을 보고하였다. 中國에서도 1978년부터 *Larix kaempferi*, *L. olgenis*, *L. decidua* 등을 대상으로 綠枝挿木에 대한 발근 조건, 흡분의 種類 및 濃度, 발근과정 등을 조사하였다(張頌云 등, 1990). 유럽의 경우는 *L. decidua*, *L. leptolepis*,  $\times$ *L. eurolepis*, *L. laricina* 등의 이용가치가 높은 이들 수종에 대하여 挿木 増殖 기술 개발과 실용화 연구에 집중하고 있다(Pâques, 1992). 國內에서도 최근 鄭德英과 李景俊(1994)이 모수령, 삼수채취 위치, 클론에 따라 발근율의 차이를 발표하였다.

이태리포플러의 경우, 삼목 발근에 관여하는 內生 촉진물질과 저해물질을 메타놀로 추출할 수 있으며, 발근이 잘되는 개체의 삼수에서 추출한 물질을 처리하면 발근이 촉진되고, 반면 발근이 잘 안되는 개체에서 추출한 물질을 처리하면 발근을 방해하는 물질로 작용하는 것으로 보고된 바 있다(Dhir 등, 1991). 다알리아의 경우 발근이 곤란한 식물에 접목했을 때 발달된 삼수의 발근이 어려운 것으로 보아 발근 저해물질은 근계에서 발달하여 지상부의 식물체에 축적되는 것으로 추정된 보고도 있었다(Biran과 Halevy, 1973).

대부분의 不定根은 삼목한 후에 나타나고 이것을 흔히 誘起根 또는 傷處根이라고 하며 삼수에서 부정근의 발달 과정은 3단계로 구분하고 있는데, 세포 분열군(原根基)이 나타나고, 다음 이들 세포군이 根基로 分化한 후 새로운 뿌리가 자라서 밖으로 나타나는 단계로 구분하고 있다(任慶彬, 1983; Hartman과 Kester, 1968). 대개 성숙목의 삼수는 캘러스로부터 뿌리가 발달하고 유묘의 삼수는 캘러스 없이 바로 뿌리로 발달하고(Thorpe, 1977) 캘러스는 피층으로부터 새로운 분열조직으로 발달하나 그 발달에는 사부와 형성층 세포가 기여한다. 원근기의 중요한 요인으로는

식물 조직내 양료 수준, 생장 조절물질, 식물의 나이를 들고 있다(Cameron과 Thomson, 1969).

본 연구의 목적은 낙엽송 삽목 발근에 관련된 물질을 구명하고 뿌리 발달과정을 조사하여 낙엽송 대량 증식의 기초 자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 材料 및 方法

### 1. 挿木 發根에 관련된 物質分析

#### 1) IAA의 定量 分析

갱생지가 발생된 15클론의 母樹를 1993년에 클론별로 삽목 발근력을 조사하여 이중 발근이 가장 잘 되는 것과 가장 불량한 것으로 구명된(具永本, 1995) 江原21(평균 발근율 78%), 忠南1(63%), 忠南2(63%) 발근이 잘되는 3클론과 발근이 잘 안되는 忠南3(0%), 忠南4(4%), 京畿(7%) 3클론을 선정하여 1994년 6월 24일, 7월 8일, 7월 25일 3회에 걸쳐 삽수를 채취하여 삽수 정단부에서 10cm 길이로 자른 생중량 20g의 시료 내의 IAA의 함량은 농업기술연구소(1991)의 방법을 이용하여  $\mu$  bond pack C<sub>18</sub> 칼럼으로 정제하여 HPLC로 분석하였다.

#### 2) 水分 含量, 無機物 및 炭水化物 分析

IAA 분석에 사용된 동일 클론을 6월 24일부터 7월 25일까지 일주일 간격으로 5회 채취하여 분석하였다.

① 水分 含量 : 삽수를 현지에서 채취한 후 수분 증발을 방지하기 위하여 비닐 봉지에 넣어 아이스 박스로 담아 사무실로 운반하여 채취후 2시간 내에 삽수의 정단부에서 10cm 길이로 절단한 삽수 30개의 생중량을 측정하였다. 생중량 측정후 바로 85°C 건조기에 24시간 건조후

乾重量을 측정하여 含水率을 구하였다.

② 無機物 : 건중량을 측정하고 분쇄한 시료를 매 회 클론당 2회 무기물 성분 분석하여 평균 값을 이용하였다(農業技術研究所, 1988).

• 全窒素 함량은 시료를 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 습식 분해법으로 분해한 후 indole-phenol-blue법으로 665nm에서 비색 정량하였다.

• 磷酸 함량은 전질소 시료의 분해액을 Vanadate 법으로 470nm에서 비색 정량하였다.

• Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> 함량은 전질소 시료의 분해액을 atomic absorption spectro-photometer로 분석 정량하였다.

③ 全탄수화물 : 클론당 매 회 2반복으로 시료를 0.7N 염산으로 가수분해 후 Somogyi 시약을 이용하여 적정법으로 정량하였다.

### 2. 뿌리 發達 過程의 解剖學的 調査

낙엽송의 根基 형성 시기와 뿌리의 발달 과정을 구명하기 위하여 16년생의 갱생지 삽수를 7월 11일에 IAA 50mg/ℓ + NAA 50mg/ℓ 용액에 2시간 침지 처리하여 삽목하였다. 삽목 후 一週日 단위로 10주간 삽수를 뽑아 FAA 고정액에 고정 한 후 삽수 기부의 1cm를 잘라 파라핀에 매몰한 다음에 縱 및 橫으로 15 $\mu$ m씩 절편하여 슬라이드 그라스에 상치한 후 safranin으로 염색하여 검정하였다(Sass, 1951).

## 結果 및 考察

### 1. 挿木 發根에 관련된 物質

#### 1) 時期別 挿穗의 IAA 含量

낙엽송 삽목 발근에 영향을 미치는 삽수의 內的 要因을 구명하기 위하여 삽목 발근이 잘 되는

**Table 1.** Contents of endogenous plant hormones(IAA) in *L. leptolepis* cuttings by clones and dates of cuttings taken. (unit :  $\mu$ g/g fresh weight)

Rootability	Clone	Dates			
		June 24	July 8	July 25	Mean
Good	KW 21	1.61	1.14	1.16	1.47
	CN 1	1.32	1.10	1.63	1.35
	CN 2	0.76	1.06	1.51	1.11
	Mean	1.24	1.10	1.58	1.31
Poor	CN 3	0.90	1.16	1.78	1.28
	CN 4	1.18	0.95	1.52	1.22
	KG 3	1.23	0.73	1.86	1.27
	Mean	1.10	0.95	1.72	1.26

3클론과 발근이 잘 안되는 3클론을 구분하여 조사한 결과는 표 1과 같다.

삼수내 生長調節物質인 IAA의 시기별 함량 변화는 발근이 잘되는 클론이나 곤란한 클론 모두 6월 하순에 함량이 많았다가 삼목시기인 7월 8일에는 감소한 후 7월 하순에는 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 클론 간에는 발근이 잘 되는 클론의 평균 함량이 잘 안되는 클론의 평균 함량보다 6월 하순과 7월 초순까지는 다소 많았지만 7월 하순에는 불량 클론의 함량이 다소 많았다. 발근이 가장 잘되는 강원21 클론의 경우, 함량이 평균 1.47 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 많았으며 다음이 충남1 클론으로 1.35 $\mu\text{g/g}$ 으로 발근이 잘 되는 클론이 잘 안되는 클론에 비하여 비교적 많았다. 충남2 클론의 경우 발근은 잘되나 생장 조절물질인 IAA의 함량은 1.11 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 적었다.

성숙화 과정에서 오옥신은 사이토키닌보다 천천히 감소되며 ZN/IAA의 지수값이 감소하고 (Maldiney 등, 1986) 상수리나무(文興奎, 1993)의 경우도 樹齡이 어리면 IAA 함량이 많았고, 리기다 소나무(Yim, 1962)의 경우도 수령이 어리면 어릴수록 IAA의 농도가 높고 수관의 아래쪽 가지가 위쪽가지에 비하여 IAA의 농도가 높다고 보고한 바 있다. 중국의 장백낙엽송의 경우 수령이 2년생에서 9.5년생으로 증가하면 綠枝插穗의 內生 ฮอร์โมน인 IAA의 함량은 4.04 $\mu\text{g/g}$ 에서 3.60 $\mu\text{g/g}$ 으로 감소하고 ABA는 3.91 $\mu\text{g/g}$ 에서 4.06 $\mu\text{g/g}$ 으로 증가한다고 보고된 바 있다(Wang 등, 1994). 수령이 어리면 발근이 잘 되는 원인 중의 하나로서 내생 ฮอร์โมน 함량 때문으로 추정되고 있다.

### 2) 水分含量

適切한 插木 時期를 구명하기 위하여 시기별 插穗의 水分 함량을 조사한 결과는 표 2와 같다.

삼수내 時期別 水分含量的 변화는 6월 하순부터 7월 초까지는 삼수의 함수율이 77-80%이며 낙엽송 녹지삼목의 적기인 7월 초순부터 중순의 수분 함량은 75-76%이었으며 7월 하순에는 이미 삼수가 경화되어 木質化되므로 수분 함량 비는 71-72%까지 낮아진다. 특히 7월 8일 부터 15일 사이에는 수분의 함량 변화가 전혀 없어 이 시기가 3월 하순에 갱생지 모수에서 삼수를 채취하여 삼목할 경우, 가장 적절한 시기로 추정된다. 루부롬 단풍나무(Smalley 등, 1991)의 경우 삼목시 발근이 되기 전까지는 잎의 수분함량이 적었다가 발근 후에는 다시 많아진다는 보고는 있어지만 본 실험에서와 같이 插木時 水分 함량과 발근과의 관계를 조사한 것은 찾아 볼 수 없었다.

### 3) 無機物 및 炭水化合物 含量

#### ① 更生枝가 발생된 母樹의 插穗와 比較木의 插穗間의 含量 比較

갱생지가 발생된 모수로부터 채취한 삼수가 발근이 월등히 우수하였으므로(具永本, 1995) 갱생지 삼수와 일반 삼수의 무기물 함량과 탄수화물 함량을 비교한 결과는 표 3과 같다.

갱생지가 발생된 모수의 삼수가 磷酸과 窒素의 함량에 있어서 비교목의 삼수에 비하여 많은 量을 함유하고 있었으며, 다른 요소에서도 마그네슘을 제외한 갱생지의 삼수가 비교목의 삼수에 비하여 전반적으로 다소 많은 경향을 보였다. 무기물 중 K/Ca의 指數가 再幼齡化의 指標로 이용되고 있으며, 이 지수가 커질수록 그만큼 더 재

Table 2. Moisture contents of *L. leptolepis* cuttings by clones and dates of cuttings taken

Rootability	Clone	Dates				
		June 24	July 1	July 8	July 15	July 25
		MC <sup>1</sup>	MC <sup>1</sup>	MC <sup>1</sup>	MC <sup>1</sup>	MC <sup>1</sup>
		%	%	%	%	%
Good	KW21	78	78	76	75	70
	CN 1	81	81	77	77	73
	CN 2	81	81	76	75	72
	Mean	80	80	76	76	72
Poor	CN 3	79	78	76	76	72
	CN 4	78	78	76	76	71
	KG 3	76	76	73	72	69
	Mean	78	77	75	75	71

<sup>1</sup> Moisture contents of cutting

**Table 3.** Comparison of mineral contents, carbohydrate, and C/N ratio in cuttings of hedged tree

Treatment	K/C ratio	% of dry weight					C/N ratio	
		K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TC*		
Hedged tree	1.24	0.52	0.42	0.23	0.61	19.8	1.87	10.59
Control	1.23	0.49	0.40	0.24	0.41	13.8	1.42	9.72

\* total-carbohydrate

**Table 4.** Mineral contents of *L. leptolepis* cuttings by clones and dates of cuttings taken

Element	Rootability	Dates					Mean
		June 24	July 1	July 8	July 15	July 25	
TC(%)	Good*	14.5	10.7	16.2	12.6	15.4	13.9
	Poor**	18.5	10.7	10.2	7.8	8.3	10.9
N(%)	Good	2.14	2.27	1.96	1.89	1.57	1.99
	Poor	1.76	1.77	1.56	1.65	1.52	1.63
TC/N	Good	6.92	4.80	8.41	6.61	9.72	7.29
	Poor	10.25	6.00	6.43	4.85	5.55	6.62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Good	0.46	0.52	0.45	0.42	0.36	0.44
	Poor	0.40	0.48	0.40	0.41	0.34	0.40
MgO(%)	Good	0.21	0.24	0.22	0.25	0.26	0.24
	Poor	0.23	0.25	0.26	0.30	0.28	0.26
K <sub>2</sub> O(%)	Good	1.22	1.30	1.41	1.28	1.27	1.29
	Poor	1.46	1.41	1.39	1.39	1.39	1.41
CaO(%)	Good	0.25	0.25	0.24	0.26	0.28	0.26
	Poor	0.28	0.29	0.31	0.33	0.35	0.32
K <sub>2</sub> O/CaO	Good	4.90	5.12	5.95	4.90	4.67	5.08
	Poor	5.30	4.90	4.45	4.36	4.12	4.63

\* Good : Good rooting (3 clones : KW21, CN1, CN2)

\*\* Poor : Poor rooting (3 clones : KG3, CN3, CN4)

유통화 되었다고 간주하고 있다(Fouret 등, 1986). 본 실험의 K/Ca 지수비에서 처리목의 삼수와 비교목의 삼수간에 큰 차이는 없었다.

전탄수화물과 질소의 함량은 갱생지 삼수가 각각 19.8%와 1.87%로 처리하지 않은 비교목 삼수의 13.8%와 1.42% 보다 많았으며 C/N 율에서도 같은 경향을 나타내었다. C/N 율이 높으면 발근이 잘 되고 특히 C와 N이 다같이 많아야 발근이 잘 된다는 보고(Haissig, 1974)도 있었지만 C/N 율이 높은 것이 발근이 잘 되는데 C의 함량이 많아져가 아니라 N의 함량이 적어서 발근이 잘 된다는 보고도 있었다(Hyun과 Hong, 1968). 본 실험에 있어서는 탄수화물의 함량과 질소의 함량이 다같이 많아야 잘 된다는 보고와 일치하는 경향을 보였다.

② 發根 優秀 클론과 不良 클론 間 含量 比較  
발근이 잘 되는 3클론과 발근이 잘 안되는 3클

론을 삼목 시기를 중심으로 6월 하순부터 7월 하순까지 일주일 간격으로 삼수의 무기물 함량과 탄수화물 함량을 조사하여 평균한 결과는 표 4와 같다.

6월 24일에는 발근이 잘 안되는 클론이 발근이 잘 되는 클론보다 全炭水化合物 함량이 많았으나 7월 1일에는 발근이 잘 되는 클론과 잘 안되는 클론이 모두 10.7%로 같았으며, 낙엽송 삼목 시기(具永本, 1995)인 7월 8일 이후부터는 발근이 잘 되는 클론이 잘 안되는 클론보다 많았다. 발근이 잘 되는 클론은 삼목 시기인 7월 8일에 전탄수화물 함량이 가장 높았으며, 발근이 잘 안되는 클론에 비하여 시기별 변화폭이 적었고 발근이 잘 안되는 클론의 경우 6월 하순에 가장 높았다가 이후 점점 줄어드는 경향을 보였다. 전반적으로 탄수화물의 함량은 발근이 잘 되는 클론이 잘 안되는 클론보다 많았다. 질소의 함량은 生長 旺盛

期인 6월 하순과 7월 초에 많았다가 점점 줄어드는 경향을 나타내었다. 발근이 잘 안되는 클론이 평균 1.65%을 나타낸 반면 발근이 잘 되는 클론이 평균 1.99%을 나타내어 조사 기간 동안 발근이 잘 되는 클론이 높았다.

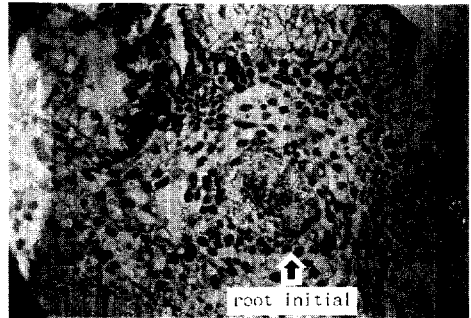
C/N율은 탄수화물 함량 변화와 비슷한 경향으로 6월 하순과 7월 1일까지는 발근이 잘 안되는 클론의 C/N율이 각각 평균 10.25와 6.0으로 우수클론의 6.92와 4.8 보다 높았으나 7월 8일 이후는 반대로 발근이 잘 되는 클론이 높았다. C/N율이 낙엽송 녹지 삼목 적기로 생각되는 7월 10일 전후에는 발근이 잘되는 클론이 높은 것으로 보아 긍정적인 영향이 있는 것으로 추정된다. 그러나 경기3 클론의 경우는 7.33으로 비교적 높은 C/N율을 나타내었지만 발근율은 잘 안되는 클론에 속하는 경우도 있었다. 한편, 경기3 클론의 경우 탄수화물 함량과 질소의 함량이 모두 가장 적었다.

插木發根에 어떤 특정한 한 요소가 절대적으로 작용하는 것으로 판단되지는 않지만, 탄수화물의 함량은 발근 때까지는 증가하지만 발근 후에는 감소하고 전분의 함량은 변하지 않는다는 보고 (Smalley 등, 1991)가 있으며, 장백낙엽송의 熟枝 插穗나 綠枝 插穗의 경우 수량이 증가하면 不溶性糖의 함량이 감소하고 삼수내 糖의 함량과 질소의 함량은 삼목 발근과 관련이 있는 것으로 보고되었다(Wang 등, 1994). 본 실험에서는 삼목 시기에는 발근 잘되는 클론이 잘 안되는 클론에 비하여 탄수화물의 함량과 질소의 함량이 앞에서 언급된 갱생지 삼수와 비교목의 삼수와 비슷한 경향을 나타내었다.

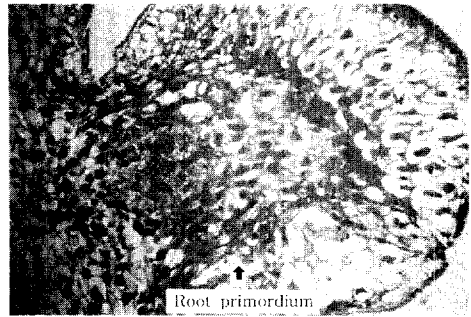
### 2. 根基形成 및 뿌리 發達

삼목 후 8일 부터 시작하여 매주 단위로 삼수를 뽑아 肉眼으로 뿌리 발달을 관찰한 결과 3주 후 처음으로 삼수 10개 중 한개의 삼수가 식별이 가능한 정도로 뿌리가 발달하여 表皮 밖으로 돌출한 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 4주 부터는 뿌리가 외부로 발달되는 것을 관찰할 수 있었으며 5주 후부터는 계속하여 뿌리를 관찰할 수 있었다. 插木床에서 굴취한 插穗 基部 1cm를 15 $\mu$ m로 절편하고 safranin으로 染色하여 관찰한 결과는 사진 1과 같다.

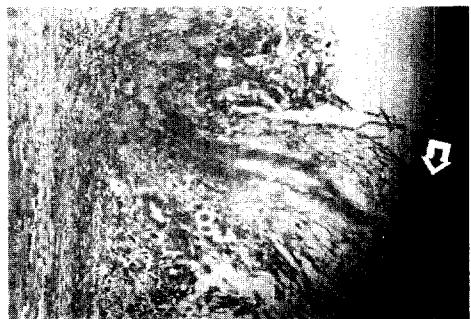
原根基는 삼목 8일 후에 10개의 삼수 중 하나



a. Formation of root initial at phloem tissue one week after cutting (150X).



b. Development of root primordium from root initial two weeks after cutting (150X).



c. Development of new root five weeks after cutting (60X).

Photo. 1. Development of root initial, root primordia and new roots of *L. leptolpis*.

에서만 관찰되었으며(사진1,a), 삼목 2주 후부터는 계속하여 10개의 삼수 중에 2-6개에서 插穗當한 개 내지 많으면 4-5개의 원근기가 관찰되었다. 원근기가 나타나는 위치는 거의 대부분이篩

部에서 형성되었으나(사진1,b) 일부는 캘러스에서도 나타나 根基로 발달되는 것도 관찰되었다. 원근기가 근기로 발달되는 것은 대부분이 삼목 2주 후에 나타나 빠른 것은 3주 후 새로운 뿌리로 발달하였으나, 근기의 나타나는 빈도는 원근기의 나타나는 빈도에 비하여 관찰되는 빈도가 많지 않으므로 原根基 모두가 반드시 根基로 발달되는 것은 아니므로 생각된다. 根基로부터 새로운 뿌리로 발달되는 것은 빠르면 3주 후에도 관찰되었지만 대부분이 삼목 5주 후에나 표피 외부로 새로운 뿌리가 돌출되었다.(사진1,c)

根基 형성은 발근이 어려운 것은 수개월에서 발근이 쉬운 것은 수일이 걸리며, 오옥신과 포도당에 의하여 根基形成이 촉진된다(Haissig, 1974; Haissig, 1974; Haissig, 1983; Ikegami, 1969). 본 실험에서도 IAA와 NAA를 각각 50mg/l을 혼합한 용액에 挿木前 2시간 동안 삼수의 기부를 침지 처리하였으므로 根基 형성이 촉진되어 근기가 빨리 나타난 것으로 추정된다. 본 실험에서는 대부분이 캘러스 발달 없이 뿌리로 발달되었으므로 삼수 모수의 갱생지에 의한 삼수의 再幼齡化가 된 것으로 추정해 볼 수 있다. 수중에 따라서 약간의 차이는 있지만 일반적으로 原根基는 도관조직이 분화되는 부근, 사부, 형성층, 방사조직, 캘러스 조직 등에서 발생한다고 하며 스트로브 잣나무는 방사조직 인접 지역과 엽흔에서 발생하고(Larson, 1963; Lovell과 White, 1986; Smith와 Thorpe, 1975), *Pinus contorta*의 경우는 2차 목질부 조직이나 캘러스 조직에서 不定根이 발생한다고 보고되었다(Yim, 1961). 본 실험에서도 이들의 결과와 비슷하게 대부분이 사부에서 原根基가 형성되고 일부는 캘러스에서 형성되었다.

이상의 결과를 종합하면 원근기의 형성되는 시기는 삼목 1주일 이후부터이고 형성되는 위치는 대부분이 사부조직에 나타나며 원근기에서 근기로 발달은 대개 2주 후부터 시작된다. 새로운 뿌리로 발달되는 것은 빠르면 3주 후에 삼수 외부로 나타나지만 대개 삼목 5주 후에 나타나는 것으로 판단된다.

## 結 論

낙엽송의 挿木 發根에 관련된 物質을 究明하기 위하여 16년생 수형목 접목묘 클론의 갱생지 삼

수로 물질분석 및 뿌리 발달 과정을 조사한 결과를 종합하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

삼수 채취시 挿穗內 IAA의 함량 변화는 6월 하순에 많았다가 삼목 시기인 7월 8일에는 약간 감소하였으나 7월 하순에는 다시 증가하는 경향을 보였으며, 클론 간에는 발근 우수클론이 발근 불량클론에 비하여 다소 많은 경향을 보였다.

6월 하순부터 7월 하순까지 삼수 채취시 水分含量은 발근 우수클론은 80-72%, 발근 불량클론이 78-71%로 변화하였다. 특히 삼목 적기인 7월 8일에서 15일 사이는 우수, 불량클론 모두 각각 76%, 75%로 수분 함량에 전혀 변화가 없었다.

갱생지 母樹에서 採取한 挿穗와 처리하지 않은 삼수의 무기물 성분 중 인산과 질소 성분이 갱생지 모수의 삼수에 많았으며, 再幼齡化 지표로 이용되는 K/C 비율에서도 갱생지 모수의 삼수가 다소 많았으며, C/N 비율에서도 갱생지 삼수가 높았다. K/C 비율이 높을수록 재유령화가 된다는 것과 C/N 비율이 높을수록 발근이 우수하다는 보고와도 일치하였다. 발근 우수클론과 불량클론 간에도 K/C의 비율과 C/N 비율에서 갱생지 삼수와 처리하지 않은 삼수와 같은 경향을 나타내었으며, 無機物 成分의 경우 Mg, K, Ca는 발근 불량클론이 다소 많았으나 인산은 발근 우수클론이 많았다.

낙엽송 삼목 발근에 관여하는 물질은 어떤 한 가지 요인이 절대적으로 좌우하는 것은 아닌 것으로 생각되며, 内生 ฮอร์โมน IAA, 탄수화물, 질소, C/N율, K/C율, 인산 등 여러가지 물질이 복합적으로 발근에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

뿌리 발달 過程에서 原根基는 삼목 1주일 후부터 나타나고, 그 위치는 대부분의 경우에 사부조직이지만 일부 캘러스 조직에서도 관찰되었다. 根基는 대개 2주 후부터 나타나고, 새로운 뿌리로의 발달은 빠르면 삼목 3주 후부터 삼수의 표피 외부로 나타나고 대개 5주 후부터 새로운 뿌리가 관찰되었다.

## 引用文獻

1. 具永本, 1995. 낙엽송의 挿木에 依한 大量增殖과 發根 機構 究明. 서울대학교 大學院 山

- 林資源學科 博士學位論文 87pp.
2. 金智文. 1988. 造林學. pp.111-113, 新英社 447pp.
  3. 農業技術研究所 農村振興廳. 1988. 土壤化學分析法—土壤, 植物體, 土壤 微生物 pp.226-240, 450pp.
  4. 農業技術研究所 農村振興廳. 1991. 植物홀몬分析法. pp.13-103, 270pp.
  5. 文興奎. 1993. 참나무類의 器內培養, 挿木 및 再幼齡化 特性. 江原大學校 大學院 林學科 農學博士學位論文, 139pp.
  6. 任慶彬. 1983. 植物의 繁殖. pp.220-372, 大韓教科書株式會社 824pp.
  7. 張頌云·王青林·王力華·王 巨·盧振遠. 1990. 日本落葉松 緣枝扦插 繁殖 技術的 研究. pp.89-97, 主要 針葉樹 應用 遺傳改良 論文集, 中國林業 出版社 251pp.
  8. 鄭德英·李景俊. 1994. 挿穗의 淸문, 母穗齡, 採取部位 및 發根促進劑가 落葉松 (*Larix leptolepis*(S.et Z.) Gordon)의 挿木發根에 미치는 影響. 韓國林學會誌 83(2): 205-210.
  9. 川村忠士·川村一. 1987. カラマン材質育種に關する研究. —實用種苗の早期 生産技術 の確立—東北林木育種場 年報 18: 47-53.
  10. Biran, I. and A.H. Halevy. 1973. Endogenous levels of growth regulators and their relationship to the rooting of Dahlia cuttings. *Physiol. Plant.* 28: 436-442.
  11. Cameron, R.J. and G.V. Thomson. 1969. The vegetative propagation of *Pinus radiata* root initiation in cuttings. *Bot. Gaz.* 130(4): 242-251.
  12. Dhir, K.K., R.P.S. Sidhu., K.S. Chark, and I.S. Dua. 1991. Role of endogenous promoters and inhibitors in the rooting ability of three diverse tree species. New Delhi, India; Today & Tomorrow's Printers and Publishers 259-264.
  13. Fouret, Y., Y. Arnaud, C. Larrieu and E. Miginiac. 1986. *Sequoia sempervirens* as an *in vitro* rejuvenation model. *N.Z.J. For. Sci.* 16: 319-327.
  14. Haissig, B.E. 1974. Influences of auxins and auxin synergists on adventitious root primordium initiation and development. *N.Z.J. For. Sci.* 4(2): 311-323.
  15. Haissig, B.E. 1974. Metabolism during adventitious root primordium initiation and development. *N.Z.J. For. Sci.* 4(2):324-337.
  16. Haissig, B.E. 1974. Origins of adventitious roots. *N.Z.J. For. Sci.* 4(2): 299-310.
  17. Haissig, B.E. 1983. N-phenyl indolyl-3-but- yramide and phenyl indole-3-thiolo-but- yrate enhance adventitious root primordium development. *Physiol. Plant.* 57:435-440.
  18. Hartman, H.T. and D.E. Kester. 1983. *Plant Propagation: Principles and Practices.* pp.199-342. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
  19. Hyun, S.K. and S.O. Hong. 1968. Fundamental mechanism of root formation in the cuttings of forest trees. *Res. Rep. Inst. For. Gen.* 6:1-52.
  20. Ikegami, T. 1969. Morphological studies on adventitious root formation in cutting. II. Effects of temperature, amino acid and glucose on adventitious root formation in cuttings. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 38(2):59-67.
  21. Larson, M.M. 1963. Initial root development of ponderosa pine seedlings as related to germination date and size of seed. *Forest Science:* 456-460.
  22. Lovell, H.P. and J. White. 1986. Anatomical changes during adventitious root formation. pp.111-140. In *New Root Formation in Plant and Cuttings.* Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht. Netherland. 265pp.
  23. Maldiney, R., F. Pelese, G. Pilate, B. Sotta, L. Sossountzov, and E. Miginiac. 1986. Endogenous levels of abscisic acid, indole-3-acetic acid, zeatin and zeatin riboside during the course of adventitious root formation in cuttings of *Craigella* and *Craigella* lateral suppressor tomatoes. *Physiol. Plant.* 68: 426-430.
  24. Okada, S. 1967. A study on the cutting of Karamatsu, *Larix leptolepis*. *J. Japn. For. Soc.* 49(8):316-320.



25. Paques, L.E. 1992. Performance of vegetatively propagated *Larix decidua*, *L. kaempferi* and *L. laricina* hybrids. Ann. Sci. For. 49: 63-74.
26. Sass, J.E. 1951. Botanical Microtechnique. pp.1-116. Iowa State University Press, USA. 228pp.
27. Smalley, T.J., M.A. Dirr, A.M. Armitage, B.W. Wood, R.O. Teskey, and R.F. Severson. 1991. Photosynthesis and leaf water, carbohydrate, and hormone status during rooting of stem cuttings of *Acer rubrum*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6):1052-1057.
28. Smith, D.R. and T.A. Thorpe. 1975. Root initiation in cuttings of *Pinus radiata* seedlings. I. Development sequence. Journal of Experimental Botany 26(91):184-192.
29. Thorpe, T.A. 1977. Developmental and physiological studies on root formation in cutting of *Pinus radiata*. In Vegetative propagation of forest trees physiology and practice. Lectures from a symposium in Uppsala, Sweden, February 16-17.
30. Wang, Q., S. Yang, W. Wang, and H. Ao. 1994. Study on cutting propagation technique of *Larix olgensis* var. Changbaiensis and rooting mechanism of the cuttings. Asia-Pacific Symposium on Forest Improvement, Beijing China, Oct. 19-22 1994.
31. Yim, K.B. 1961. Air-layering of lodgepole pine and origin of adventitious roots. Forest Science 7(3):227-231.
32. Yim, K.B. 1962. Physiological studies on rooting of pitch pine(*Pinus rigida* Mill) cutting. Res. Rep. Inst. For. Gen. 2:20-56.