

## 造林木 新稍生長의 生態學的特性에 關한 研究(I) \*1

馬相圭 \*2 · 鞠應勳 \*2

### Ecological Characteristics of Leading Shoot Elongation in the Plantation (I) \*1

Sang Kyu Ma \*2 · Ung Hum Kuk \*2

This study have done to get the basical information that would be useful to make the ecological planting, selection of suitable species and weeding plan by the relation between the leading shoot elongation of several species and the climatic factors in the plantation.

Sampling measurement have been done in the trial forest of Korean German Forest Management Project located in Joil-ri, Samnam-myeon and Ichcon-ri, Sangbug-myeon, Ulju-gun. The former is in lowland at 100 m latitude and the latter is in highland of 600 m latitude.

The elongation of leading shoot has been measured in the plantation with 10 days interval from the beginning of March in 1979 and the climatic datas has gotten in the weather station closed to the plantation.

1. The change of air temperature and rainfall in each measuring site is like Fig 1. and 2. The similar temperature in 600 m high latitude is coming about 10 days latter than 100 m latitude.
2. Genus pine as *Pinus thunbergii*, *P. rigida*, *P. rigitaeda*, *P. koraiensis* and *P. taeda* begin their leading shoot growth during March and air temperature in that time is around 6°C. In highland their beginning of leading shoot elongation has been found out 10 days latter than lowland. However *Abies*, *Larix* and *Picea* has shown to open their leading shoot during May, 40 days late in comparing with genus pine, and then temperature is making around 15°C. But *Cryptomeria*, *Chamaecyparis* and *Cedrus deodora* has shown their leading shoot opening in March in lowland and May in high land. The reason of late opening, specially in highland, seems to be the influence of winter frost.
3. Most of leading shoot elongation of genus pine has finished during the end 10 days of April and May under range of air temperate 10°C and 20°C and other species has finished most of their elongation during the end 10 days of May and June with air temperature range of 18°C to 20°C. So the suitable season of weeding works show to genus pine in May and other species in June.
4. The leading shoot growth of genus pine has started earlier and closed earlier too than other species and, when over than 20°C air temperature, their growth is decreasing quickly. *Pices abies* as well show to be decreased suddenly in over than 20°C temperature. Other species show the similar trend when over than 22°C. This reason is considered as high temperature of summer season.
5. Annual elongated days of leading shoot of *Picea abies* is 50 days, *Abies hollophylla* 70 days, and more than 85 percentage of shoot growth of *Pinus koraiensis* and *Larix leptolepsis* are growing during 70

\*1. Received for publication on June 15, 1980.

\*2. 韓獨山林經營事業機構 Korean German Forest Management Project.

- dys as well. The shoot growing days of *Chamaecyparis*, *P. rigida*, *P. rigitaeda*, *P. taeda* and *P. thunbergii* show longer period as over than 120 days.
6. The shoot elongation times per year of *Abies* and *Picea* has closed as one times and Genus pine is continuring their elongation more than two times. But *Cryptomeria*, *Chamaecyparis*, *Cedrus deodora* and *Larix* show one or two times elongation depending on the measuring site. The reason of continuring elongation more than than two times seems to be influenced by the temperature in summer season except the genetical reason.
  7. Depending on the above results, as the high temperature in summer season could give the influence to grow the leading shoot in the plantation, this would be the considering point on the ecological planting and selection of the suitable species to the slope aspect. The elongation pattern by the season show to be the considering point too to decide the the weeding and fertilizer dressing time by the species.

造林樹種의 新稍生長과 氣象要因들과의 關係를 밝혀 生態造林, 適樹選定과 下刈作業計劃 樹立에 必要한 基礎資料를 얻고자 이 研究를 하였다.

資料調査는 경남 울주군 삼남면 조일리와 상북면 이천리에 있는 韓獨山林 經營事業 機構의 試驗造林地에서 이루어졌다. 前者는 標高 100 m의 野山地帶이고 後者는 標高 600m 인 高山地帶이다.

1979年 3月부터 10日 間격으로 新稍生長을 直接 造林地에서 測定하였으며 氣象觀測은 造林地에 인접해 있는 觀測所에서 이루어졌다.

1. 調査地의 平均溫度와 降雨量의 變化는 그림 1과 2와 같다. 일반적으로 標高 600m 地點은 標高 100m 地點보다 約 10日 늦게 同一한 溫度가 나타나고 있다.

2. 곰솔, 리기다, 리기테다와 테다소나무와 잣나무와 같은 소나무속은 3월에 新稍生長이 시작되며 이때의 平均氣溫은 6°C 内外이고 高山地帶가 野山地帶보다 約 10日 늦게 生長이 시작된다.

젓나무, 일본잎갈나무와 독일가문비나무는 소나무속에 비해 約 40日 늦은 5월에 新稍生長이 시작되며 이때의 平均氣溫은 約 15°C이다. 그러나 삼나무, 편백과 히마리아사다는 野山地帶에서는 3月 하순부터 高山地帶에서는 5月初순부터 생장이 시작된다. 高山地帶에서 特別히 新稍生長이 늦은 冬期の 低溫과 寒風害의 影響을 받을 것으로 思料된다.

3. 4月 하순부터 5월에 新稍生長의 대부분을 마치는 樹種들은 소나무屬이며 이때의 溫度는 10°~20°C이고 余他 調査樹種들은 5月下순과 6月 사이에 新稍生長의 大部分을 마치며 이때의 溫度는 18°~22°C 정도이다. 따라서 소나무屬은 5월에 余他 調査樹種들은 6월에 下刈作業을 마치는 것이 적합할 것 같다.

4. 소나무屬은 일찍 新稍生長이 시작되고 일찍 생장이 끝나는 경향이 있으며 20°C가 넘으면 급격히 생장이 감소되고 있다. 독일 가문비나무 역시 20°C가 넘으면 生長이 급격히 감소되며 余他 調査樹種들 역시 22°C가 넘으면 生長 감소 현상이 나타난다. 이는 夏期高溫의 影響인 것 같다.

5. 年間 新稍生長 日數를 보면 독일가문비나무가 50日, 젓나무가 70日이고 그리고 잣나무와 일본잎갈나무 역시 70日 동안에 新稍生長의 85% 以上을 마치고 있다. 편백, 리기다, 리기테다와 테다소나무 및 곰솔의 新稍生長日數가 120日 以上으로 生長期間이 긴편이다.

6. 年間 1회로 新稍生長을 마치는 樹種으로 젓나무와 독일가문비나무가 있고 소나무屬

은 2회 以上 生長을 하고 있다. 삼나무, 편백, 히마리아시다, 일본잎갈나무는 地域에 따라 1회 또는 2회 以上을 生長한다. 生長이 2회 以上 生長하는 理由는 遺傳的 性質 以外에 夏季의 溫度條件의 影響을 받기 때문으로 思料된다.

7. 以上의 結果에 의하면 夏季高溫이 造林木의 新稍生長에 影響을 미칠 수 있으므로 生態造林과 方位別 適樹選定에 考慮할 사항이며 時期別 生長特性은 樹種別 下刈作業과 施肥 時期 結定에 고려될 사항인 것으로 思料된다.

## 緒 言

造林樹種別 生長特性과 環境要因들과의 相互關係에 대한 研究資料가 우리나라에서는 不足한 편이다. 特히 氣象分野의 關係는 잘 알려져 있지 않은 것 같다.

適樹選拔過程과 造林木의 撫育過程에서 生長特性과 氣象要因들과의 相互關係에 대한 知識은 造林 및 育林技術의 開發에 重要한 資料로 活用될 수 있을 것이다.

이 研究는 당초 造林木의 新稍生長特性을 調査하여 植栽 下刈와 施肥等 撫育時期를 決定하는데 利用하기 위하여 着手된 것이다. 調査分析하는 過程에서 몇가지 새로운 事實들이 發掘되어 알리고자 한다.

外國의 研究事例를 보면, Munch와 Liske (1926)는 16~25年生 독일가문비나무 보다는 1~2年生은 1個月, 3年生은 18日, 6年生은 6日 빨리 삭이 트면, 이와같은 原因 때문에 어린나무가 春期 서리해를 받기 쉽다고 하였으며 一般적으로 林分內의 個個의 나무는 同時에 삭이 트는 것이 아니고 빠르고 느린 個體가 있다고 하였다.<sup>1)</sup>

Micherlich(1968)은 프라이벌그 地域의 유럽 소나무 6年生의 樹高生産極直은 空氣溫度의 極直보다 약간 늦게 나타난다고 하였고, Mork (1941)는 노르웨이에서 유럽소나무와 독일가문비나무의 生長은 午前에 정지상태에 있음을 관찰하였으며 Frilding(1955)도 Monterey Pine에서 같은 結果를 報告하였다.<sup>2)</sup> 反面 Lanmer (1964)는 *P. attenuata*와 *P. sabiniana*의 樹高生長이 大部分 주간에 이루어지고 있음을 관찰 하였다.<sup>3)</sup>

Stalskaja(1962)와 Vonodin(1972)은 유럽소나무와 독일가문비나무의 경우, 이른봄의 樹高

生長은 주간에 이루어지고 그 以後부터는 주간 溫度 때문에 야간에 生長한다고 하였다. 그 理由는 주간에는 증산량이 증가되어 樹高生長을 위한 水分供給이 충분하지 않기 때문이라 한다.<sup>4)</sup>

西獨의 黑林地域에서 유럽소나무는 4月 중하순에 삭이 트고 5月에 最大日生長을 보인다. 7月 중순 내지 8月 初순에 生長이 끝나고, 더글러스스피는 4月末 내지 5月初에 樹高生長이 시작되며 7月末 내지 8月初에 生長이 끝난다. 독일 가문비나무와 Silber fir는 6月 중순에 最大生長率을 보이며 7月末에 生長이 끝나고 있다. 유럽잎갈나무는 6月初에 樹高生長이 시작되어 6月末이나 7月初에 最大生長率을 보이고 있다.<sup>4)</sup>

樹高生長期間을 보면 독일가문비나무가 80日間, 유럽소나무와 잣나무가 90日 더글러스스피가 110日, 유럽잎갈나무가 140日間 자라며 樹高生長期間이 긴 樹種일 수록 樹高生長量이 많음을 알 수 있다.<sup>4)</sup>

Kozlowski(1963)<sup>1)</sup>는 Missouri의 참나무類 樹高生長은 11日 동안에 年中 樹高生長量의 90%가 자라고 19日에 樹高生長을 완전히 마쳤다고 한다. 또한 kozlowski(1961)<sup>2)</sup>는 針葉樹 5種과 濶葉樹 6種의 樹高生長은 밤에 이루어지고 있었음을 報告하였다.

Rubner(1960)는 유럽잎갈나무의 경우 100m와 600m의 표고에서 삭트는 시기는 13日間の 差가 있었다고 하였다.

삼나무 편백의 최대생장기는 1년에 2회나타나고 소나무類는 5~6월에 1年분의 幹生長을 1회로 마친다는 기록이 있다.<sup>5)</sup>

## 材料 및 方法

標高가 서로다른 樹種選拔 試驗地를 調査地로 選定하였다. 野山地帶 試驗地는 경남 울주군

Table 1. Planting years and its aspect by the test species.

Test species	Altitude 100 m		Altitude 600 m		Remark
	Planting year	Aspect	Planting year	Aspect	
<i>Cryptomeria japonica</i>	76	south	77	west	
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	76	east	77	"	
<i>Cedrus deodora</i>	77	east	77	"	
<i>Picea abies</i>	-	-	77	"	
<i>Abies holophylla</i>	-	-	76	"	
<i>Larix leptolepis</i>	76	north	77	"	
<i>Pinus rigida</i>	77	east	77	"	
<i>Pinus rigitaeda</i>	76	east	77	"	
<i>Pinus taeda</i>	-	-	77	"	
<i>Pinus thunbergii</i>	77	east	78	"	

삼남면 조일리에 위치하며 標高 100m이고 東向傾斜地가 대부분인 丘陵性 野山이며 高山地帶는 경남 울주군 상북면 이천리에 위치한 標高 600m의 西向 傾斜地이다.

調査對象이 되었던 造林樹種別 植栽地 方位는 表 1의 內容과 같다.

同 造林地에서 79年度 3月부터 各 樹種別標 準木 3本을 指定하여 每 10日 間격으로 新稍 生長을 測定하였다.

同造林地의 氣象資料는 造林地에 인접된 地域에 설치된 觀測所의 10時 資料를 利用 하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 調査地의 氣象特性

兩調査地間의 平均溫度의 變化는 그림 1과 같다. 造林木의 樹液流動이 可能한 5°C 以上이 되는 溫度는 野山地帶에서는 2月 하순부터 이고 高山地帶는 3月 하순부터 始作되어 約 1個月의 差가 있으며 生長이 可能한 10°C 以上이 계속되는 時期는 野山地帶에서는 4月 초순부터이고 高山地帶는 4月 중순부터로서 約 10日間의 差를 보이고 있다.

平均氣溫이 20°C 以上이 되는 時期를 보면 野山地帶에서는 5月 하순, 高山地帶는 6月 중순부터 시작이 된다.

平均最低溫度가 0°C가 되는 시기는 野山地

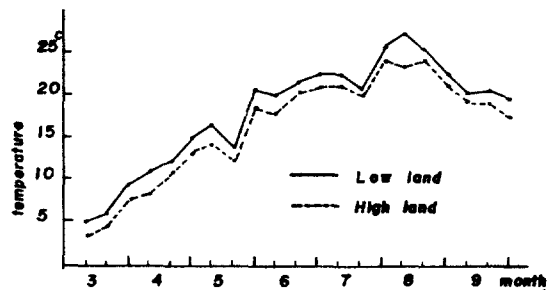


Fig. 1. Monthly change of air temperature in different altitude in 1979 year (black; 100 m, dot line; 600 m altitude).

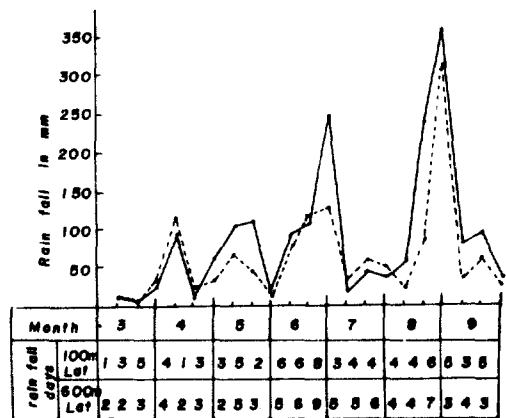


Fig. 2. Monthly change of rain fall days and its amount in two different latitude point in 1979 (black line; 600 m La. dot line; 100 m La.)

帶가 3月 중순부터이고 高山地帶에서는 3月 하순부터 나타나고 있다. 요컨대 標高 100 m 와 600 m 지점에서 造林木의 生長活動은 前者가 3月 중순 後者가 3月 하순으로 약 10일간의 差異가 있을 것으로 예상된다.

降雨量과 그日數를 보면 雨地域 공히 6月的 降雨日數가 20日 이상이고 충분한 雨量을 주고 있으며 7月的 高溫에 비해 降雨量이 적은 現象을 보이고 있다. 以上과 같은 氣象特性이 樹種別 新稍生長과 어떠한 關係가 있는가를 比較하기로 한다.

2. 樹種別 新稍生長時期와 溫度와의 關係

新稍의 生長을 始作하는 시기는 個體間에 差異가 있으나 일반적으로 生長을 시작하는 시기는 그림 3과 같다.

標高 100m인 野山地帶에서는 3月 중순부터 곰솔, 리기다소나무, 리기테다소나무가, 3月 하순에는 편백과 히마리아시다가 그리고 5月 초순부터 삼나무와 일본잎갈나무의 新稍生長이 시작되고 있다. 이때의 순별 平均氣溫은 5.9,

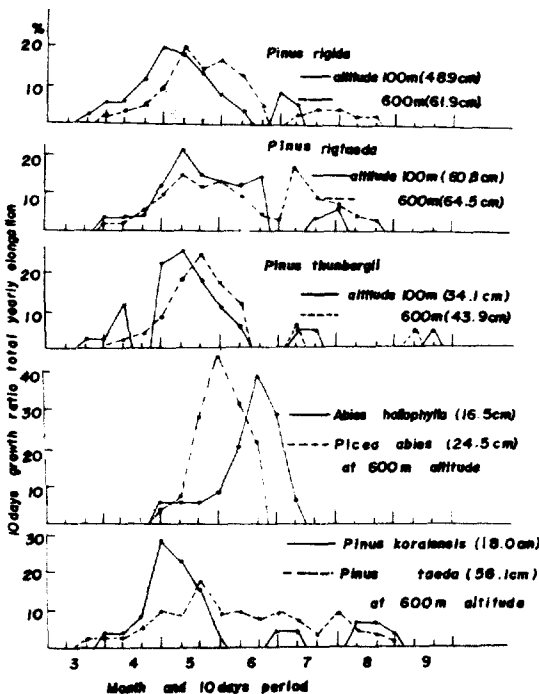


Fig. 3. Relation between monthly 10 days interval and leading shoot elongation in different latitude ( ) means total annual elongation in centimeter)

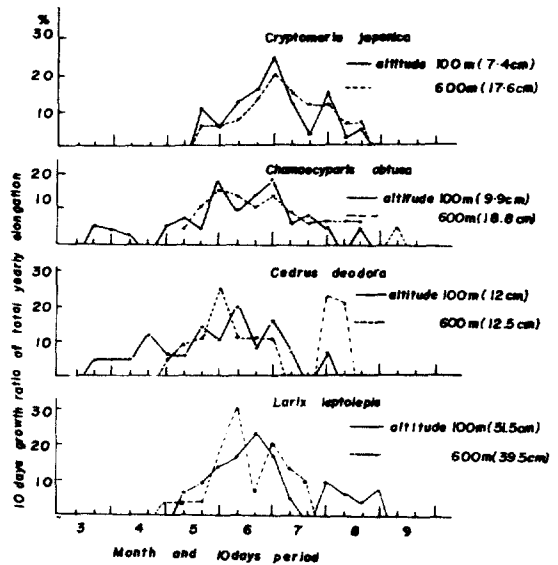


Fig. 4. Relation between monthly 10 days interval and leading shoot elongation in different latitude ( ) means total annual elongation in centimeter)

8.5, 17.5° C이었다.

標高 600m 지점인 高山地帶에서는 3月 하순에 곰솔, 잣나무, 리기다소나무 리기테다소나무 테다소나무가. 5月 초순부터는 잣나무, 독일가문비나무, 삼나무, 편백, 일본잎갈나무와 히마리아시다의 新稍生長이 시작되며 이때의 순별 平均氣溫은 각각 6.5° C와 15° C이었다.

이 結果에 의하면 소나무속은 다른 속의 針葉樹에 비해 일찌기 新稍生長이 시작되고 이때의 平均氣溫은 6° C 内外가 될때이며 高山地帶에서는 低地帶에 비해 약 10日 늦게 生長이 시작되는 것 같다. 잣나무, 독일가문비와 일본잎갈나무는 소나무속에 비해 약 40日 후에 新稍生長이 시작되며 平均氣溫이 15° C 程度일 때 生長이 되는것 같다.

그러나 삼나무, 편백, 히마리아시다등은 野山地帶에서는 3月 하순경부터, 高山地帶에서는 5月 초순경부터 新稍生長이 시작되며 이 때의 平均溫度는 前者에서 8.5° C, 後者の 경우는 15.0° C로서 일정한 법칙을 발견하기가 어렵다. 이러한 事例로 미루어보아 이들 樹種들은 우리나라 氣候條件에 상당히 복잡하게 適應하고 있

는것 같다. 이들 樹種들이 冬期の 氣象條件에 일반적으로 약한 것으로 알려진 事實에서 原因을 찾아보건데 아마 冬期の 低溫이나 寒風害의 영향을 받았든 동화기관들이 정상적인 生理機能을 얻기까지 일정한 期間이 소요되지 않은가 추측이 된다. 따라서 이들 樹種들은 향토수종에 비해 微氣象의 영향을 보다 크게 받을 것으로 생각된다.

### 3. 最大生長時期와 溫度

調査對象 樹種들의 生長特性을 보면 年中 고르게 新稍生長을 하는 것이 아니고 樹種들에 따라 왕성하게 성장하는 시기가 다르게 나타나고 있다.

예를보면 椴솔은 4月중순부터 6月 중순까지의 60日 동안에 총 新稍生長量의 88% 程度가 자라며 40日 동안에 거의 80%가 자라고 있다. 잣나무의 경우는 30日 동안에 全體新稍의 76%가 자라며 잣나무와 독일가문비의 경우도 유사하게 나타나고 있다.

이와같은 최대성장 기간의 平均 溫度를 정리하여 보면 다음과 같이 나타나고 있다.

독일가문비나무:	19~20°C
젓나무:	20~22°C
삼나무:	19~23°C
편백:	19~23°C
일본 일갈나무:	18~22°C
히마리아시다:	18~22°C
곰솔:	15~20°C
젓나무:	15~20°C
리기다:	10~20°C
리기테다:	10~20°C
테다소나무:	10~22°C

이들 樹種들은 樹種에 따라 약간의 差異는 있으나 소나무속의 경우는 平均氣溫이 20°C 가 넘으면 新稍生長이 점점 떨어지며 기타 樹種은 22~3°C가 넘으면 동일한 현상이 나타나고 있다. 특히 잣나무 잣나무 독일가문비등은 最大生長期間이 30여일에 불과하며 高溫이 되면 급격히 生長이 떨어지는 것으로 미루어 보아 이들 樹種들의 生長은 夏期高溫에 크게 영향을 받고 있는 것으로 思料된다.

이와같이 高溫을 만나 生長이 급격히 감소되는 것은 呼吸作用이 相對的으로 왕성하게 되어 에너지가 손실되기 때문인것 같으며 先人들의 研

究結果와<sup>4)</sup>같이 夜間에 新稍生長을 하는 것도 同一한 原因인 것으로 생각이 된다.

新稍生長 特性을 造林地撫育技術에 應用을 시도하면 다음과 같은 可能性이 있을 것 같다.

즉, 樹種別로 新稍의 最大生長期間別로 類型과 時期를 그림 3과 4에서 유도할 수 있다. 그림에서 해송, 잣나무 리기다소나무와 리기테다 소나무 및 테다소나무와 같이 5月中 即 平均溫度가 15°C 内外일 때 最大生長을 보이는 樹種들은 5월에 下刈作業이 이루어지는것이 効果的일 것 같다. 余他調査 樹種들의 경우도 늦어도 6월까지의 下刈作業을 마치는 것이 有利할 것이다. 理由는 7월부터는 벌써 新稍生長이 급격히 감소되는 현상이 나타나고 있고 雜草木의 경우도 下刈作業을 당한 후 再生력이 둔화될 것으로 예상되기 때문이다. 한편 下刈作業을 늦게할 경우는 오히려 冬期の 寒風害에 노출시키는 결과를 갖어 오기 때문에 하에작업의 적기가 필요할 것이다. 요컨대 造林木의 光合成 作用能力을 높이고 冬期の 造林木 保護效果를 얻기 위하여 소나무屬은 5月(溫度 15°C 경) 삼나무 편백 일본일갈나무 독일가문비 잣나무와 히마리아시다 등은 가능한 6月末까지 늦어도 7月初(溫度 22°C 경)까지는 下刈作業을 마치도록 作業計劃이 이루어져야 될 같다.

### 4. 新稍의 生長機關과 回数

造林木의 生長期間을 推定을 하면 다음과 같다.

이 結果에 의하면 造林地의 標高差에 따라 新稍生長期間이 서로 다른 樹種들이 있다. 예컨대 리기테다와 리기다소나무의 경우는 高地帶에서 生長期間이 길고 반면에 히마리아시다는 低地帶에서 길게 나타나고 있다. 이와같은 原因이 氣象條件에 지배된다고 보기는 어려우나 標高와 方位等 微氣象과 生長과의 관계는 인정되므로 좀더 검토가 필요할 것 같다.

年間 新稍生長日數가 가장 짧은 것은 독일가문비나무로 50日이다. Freigberg 地方의 80日에 비해 30日 정도 짧게 나타나며 잣나무의 경우는 70日로 Silber fir 보다는 20日 정도 짧게 나타나며 잣나무의 경우는 70日로 Silber

Table 2. Annual elongation days of leading shoot in different latitude by species.

Species	Altitude	
	100 m	600 m
<i>Picea abies</i>	-	50
<i>Abies holophylla</i>	-	70
<i>Cryptomeria japonica</i>	100	100
<i>Larix leptolepis</i>	110	110
<i>Cedrus deodora</i>	130	90
<i>Pinus koraiensis</i>	-	120
<i>Pinus thunbergii</i>	110	120
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	140	130
<i>Pinus rigida</i>	130	140
<i>Pinus rigitaeda</i>	110	150
<i>Pinus taeda</i>	-	170

fir보다는 20日 정도 짧게 나타나고 있다. 일본잎갈나무의 경우도 1次 生長期間은 70日 정도에 불과하다. 또한 유럽 잎갈나무에 비해 30日이 부족하다. 잣나무도 1次 生長期間은 60日 정도이다.

이와같이 生長期間이 짧은 原因은 夏期의 高溫으로 인한 水分損失과 光合成活動의 저해등의 理由로 生長期間이 짧은것 같다. 이와같은 현상은 이들 樹種들이 夏期高溫인 南部地方의 造林樹種으로 不適合함을 뜻하며 이 地域에 植栽를 하고자 할 경우 北向斜面의 비교적 한냉한 地域에 造林하는 것이 타당할 것 같다. 新稍生長期間이 짧은 樹種은 독일가문비나무와 잣나무로 70日 以內이며, 生長期間이 100~120日인 樹種으로 삼나무, 일본잎갈나무, 히마리아시다, 잣나무와 곰솔이고 生長期間이 130일 以上인 樹木으로 편백, 리기다, 리기테다와 테다소나무등이다.

이들 樹種들 중 新稍生長期間이 긴 樹木들이

南部地方의 氣象條件들을 충분히 활용한다고 생각할 때 곰솔 리기다 리기테다와 편백 및 테다소나무등은 南部地方에 적합한 樹種이라고 할 수 있을 것 같다.

年間 新稍生長이 1回만으로 끝나는 樹種으로 잣나무와 독일가문비나무가 있고 2回 以上 生長하는 樹種은 소나무屬이다. 삼나무 편백 일본잎갈나무와 히마리아시다 등은 標高에 따라 일정하지는 않으나 2回以上 生長할 수 있을것 같다.

일단 新稍生長이 휴지를 한 후 再生長을 하는 理由는 알 수 없으나 大部分 再生長은 7~9月에 나타나고 있다. 이와같은 原因이 遺傳的인 영향인지 氣象條件이 再生長이 되도록 條件을 맞추어 주는지는 더욱 검토할 필요성이 있으나 7~8月間의 降雨日數가 月 15日 정도이고 5回나 나타나는 것으로 미루어 보건데 연속 강우시의 溫度와 일사량들이 再生長을 할 수 있도록 영향을 미치지 않은가 추측이 된다.

以上과 같은 造林樹種의 新稍生長 特性과 氣象要因들과의 關係를 分析하면 生態的 造林方法, 適樹, 下刈 및 施肥時期의 決定등에 좋은 기초 자료로 제공될 수 있을 것으로 思料된다.

## 引用 文 獻

1. Kozlowski, T.J. 1963. Growth characteristics in forest trees.
2. Kozlowski, T.T. and Ward, R.C. 1961. Shoot elongation characteristics. For. Sci. 7.
3. Lanner, R.M. 1964. Temperature and the diurnal rhythm of height growth in Pines. J. For. 62.
4. Mitscherlich, G. 1970. Wald, Wachstum and Umwelt, erster Band. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main.
5. 齊藤考藏 昭和. 29. 樹木生理, 朝倉書店.