

## Gibberellin 處理에 의한 편백나무의 開花促進\*

金元雨<sup>1</sup> · 金眞水<sup>2</sup>

### Stimulation of Flowering in *Chamaecyparis obtusa* Grafts by Gibberellin Treatments\*

Won Woo Kim<sup>1</sup> and Zin Suh Kim<sup>2</sup>

#### 요 약

편백의 개화촉진 방법을 강구하기 위하여 제주도 남제주군 임목육종연구소 남부육종장 채종원 및 클론보존원에서 지베레린을 처리한 후 개화량을 조사하고 종자생산량을 추정하였다. GA<sub>3</sub> 300ppm 및 GA<sub>4/7</sub> 300ppm의 수관산포와, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc의 수간매입을 시기별(3시기)로 시행하였으며, 클론보존원에서는 GA<sub>3</sub> 300ppm을 수관산포하고, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc와 GA<sub>3</sub> 20mg을 수간매입 하였다. 각 처리에 대한 주요 분석결과는 다음과 같다.

1. 모든 지베레린 처리구에서의 자화개화량이 무처리구에 비해 증가하였는데, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 수간매입 처리구의 효과가 가장 우수하였으며, GA<sub>3</sub> 300ppm 수관산포 처리구에서 효과가 좋았다. 한편 응화의 경우에도 지베레린 처리구가 무처리구에 비해 개화촉진 효과가 우수하였다.

2. 처리시기별 비교에서는 雌花의 경우, 8월 15일 처리한 시험구에서의 8월 31일 및 9월 11일 처리한 시험구에 비해 우수하였으며, 雄花에서는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.

3. 개화촉진 효과가 가장 좋았던 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 8월15일 처리구에서 ha 당 22.12kg의 종자생산이 가능할 것으로 추정되었다.

4. 클론별 지베레린 처리결과 클론간 자화 및 응화 개화량은 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

5. 개화특성의 경우, 특히 자화개화량은 유전적 요인에 의해 어느 정도 지배되어짐을 추정할 수 있었다.

#### ABSTRACT

To develop the effective methods of flowering stimulation, Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc.) grafts growing in a seed orchard and in a clone bank in Southern Breeding Station of Cheju were applied with gibberellin treatments, and predicted the seed production potential. In the seed orchard, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc was injected into the stem of grafts and sprayed whole tree crown with GA<sub>3</sub> 300ppm and GA<sub>4/7</sub> 300ppm. On the other hand, in the clonal archives, grafts were given intrusion of GA<sub>4/7</sub> 1.5cc into the excised and open inner part of bark and GA<sub>3</sub> 20mg and sprayed with GA<sub>3</sub> 300ppm. Additionally, grafts growing in the seed orchard were treated with gibberellins at 3 different periods of time and 3 different treatments during the growing season.

The results obtained here are summarized as follows :

1. All of the applications of Gibberellin promoted female flower formation. Among these, the treatment of intrusion of GA<sub>4/7</sub> 1.5cc into the excised and open inner part of bark was most effective, followed by the spraying of GA<sub>3</sub> 300ppm. Similarly, the applications of gibberellin promoted male

\*接受 1998年 7月 28日 Received on July 28, 1998.

<sup>1</sup> 산림청 임목육종연구소 Forest Genetics Research Institute, Suwon, 441-350, Korea.

<sup>2</sup> 고려대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Korea University, Seoul 136-701, Korea.

flower formation.

2. Regarding the time of applications, treatment on August 15 was more effective than those of August 31 and September 11 in the stimulation of female flowers. On the contrary, there was no significant difference in the number of male flowers among 3 different time treatments.

3. It was supposed that the application of the intrusion of  $GA_{4/7}$  1.5cc into the excised and open inner part of bark on August 15 showing the best effect in female flower formation can produce 22.12kg seeds per ha.

4. Considerable significant difference existed among clones for both female and male flower formations.

5. Flower formation, especially female flower formation, seemed to be partially associated with the genetic potential of individual trees.

*Key words* : GA treatment, seed orchards, clone banks.

## 서 론

편백은 일본 원산의 상록 침엽교목으로 우리나라에는 1904년에 도입되었으며, 제주도 및 남부 지방에서 조림 장려수종으로 식재되고 있다. 적지로서는 연강수량이 1,200mm 이상이고 산기슭 및 계곡의 토심이 깊고 배수가 잘되는 사질양토인 것으로 알려져 있다(김종원 등, 1983).

목재는 강도가 높고 보존성이 좋아 건축재, 조각재, 선박재, 무늬단판재 등으로 쓰이며, 특히 편백의 펄프를 원료로 하여 만든 종이는 변질되지 않아서 목 pulp, 차 등의 포장재로 사용된다. 또한 목재로부터 정유를 채취하여香油, 약재 등으로 사용하며, 잎은 진한 綠蔭으로 치밀하여 질감이 좋아 정원수, 공원수 등으로 이용되는 등 편백의 용도는 매우 다양하다(임업연구원, 1993).

편백은 1960년도부터 우리나라 주요 조림수종으로 채택되어 많은 양이 조림되고 있으며 최근에는 솔껍질 깎기벌레로 인한 해송조림지의 피해 지역에 대체수종으로 확대 조림되고 있다. 1996년도에 우리나라에 조림된 면적은 1,451ha에 달하고 있으며, 현재 남부지방에 대표적인 수종인 산나무보다 많은 양이 조림되고 있다(산림청, 1997).

임목육종연구구에서는 개량종자의 대량생산을 위하여 전국에서 선발된 수형목으로 부터 무성번식을 통해 1969년도부터 채종원을 조성하기 시작하여 1983년도까지 114클론 40ha의 채종원을 조성하여 관리하고 있으며, 1996년도까지 총 952kg의 종자를 공급하였다.

1992년부터 1996년까지 최근 5년간 연평균

2,650ha의 편백이 조림되었으며, 채종원에서의 개량된 종자는 117kg이 생산되었다. 이러한 양은 608ha의 조림을 가능하게 하나, 현재의 수요를 따르지 못해 연간 조림면적의 23% 정도만이 개량된 종자에 의해서 조림되고 있는 현실이다.

편백은 종자결실의 풍흉이 심하고 채종원 클론에 따라서도 차이가 심하다. 이러한 요인들을 해결하기 위하여 채종원에서의 개량종자를 대량 생산하기 위하여 인위적으로 개화촉진을 誘導하는 방법들이 시도되었다. 특히 식물생장 조절물질을 처리하는 방법들이 사용되어 왔는데  $GA$ (gibberellic acid)처리에 의한 개화촉진으로서는 소나무류에  $GA_{4/7}$ 을 처리하여 개화촉진 효과가 있다는 보고(金川, 1979; Rong, 1988; Wojciech, 1987; Wladyslaw, 1987)와 삼나무, 편백에  $GA_3$  및  $GA_{4/7}$ 을 처리하여 개화촉진효과가 있다는 많은 보고가 있다(Kato, 1959; Tadashi와 Massaki, 1984; 河村, 1981). 특히 편백채종원에서 板壇 등(1971)은  $GA$  수간매입 처리시 농도가 높을수록 개화촉진 효과가 있었으나 고농도 처리시 수간의 신초부에 약해가 있었음을 보고하였고, 河村(1981)은 처리시기에 있어서  $GA_3$  300ppm 및 500ppm을 7월부터 9월까지 중복처리 했을 때 우수한 효과를 보였으며, 단용구 처리에서는 300ppm에서의 8월 처리구가 자·응화의 개화촉진에 효과가 있었음을 보고하였다.

본 연구는 채종원 및 클론보존원에서 처리년도를 달리하여  $GA_3$  및  $GA_{4/7}$ 을 방법별, 시기별, 클론별로 처리하여 개량된 종자를 안정적으로 생산할 수 있는 방법을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. Gibberellin 처리

가. 채종원에서의 처리

공시목으로는 1978년도 제주도 남제주군 남원읍 한남리 산2림에 삼목묘로 조성된 편백 채종원에서 생장이 비교적 균일한 채종목을 선정하였으며 처리당년(1991년) 수령 14년생으로 평균 생육상황은 수고 3.8m, 흉고직경 10cm, 수관폭은 3.6m 이었다. 각 처리별로는 2본씩 3반복으로 하였으며, 시기별로는 8월 15일, 8월 30일, 9월 11일 3시기로 처리하였다. 처리방법으로는 수관산포 및 수간매입 방법을 사용하였는데 수관산포는 GA<sub>3</sub> 및 GA<sub>4/7</sub>을 물에 용해시켜 300ppm으로 조제한 후 시험목의 수관 전면에서 수관표면적 m<sup>2</sup> 당 130ml정도를 용액이 약간 방울져 떨어질 정도로 충분히 산포하였다. 수간매입은 처리 個所數當 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc에 CMC(Carboxy Methyl Cellulose) 1g을 혼합하여 채종목 1本當 地上으로부터 수간 50cm 部位에 3방향으로 3개소를 택하여 가로, 세로 2cm 내외로 樹皮를 裂開한 후 조제한 GA<sub>4/7</sub>을 넣고 스테플로 고정하여 빗물이나 이물질이 들어가지 않도록 하였다.

나. 클론보존원에서의 처리

공시목으로는 1981년도 제주도 남제주군 남원읍 한남리 산2림에 삼목묘로 조성된 클론보존원에서 20개 클론을 대상으로 하였으며 처리당시(1994년)의 수령은 가항과 동일한 14년생 이었고, 평균 생육상황은 수고 3.5m, 흉고직경 8cm, 수관폭은 3.0m 이었다. 클론당 2본씩을 대상으로 GA<sub>3</sub> 300ppm의 수관산포, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc + CMC와 GA<sub>3</sub> 20mg을 수간매입 하였는데 GA<sub>3</sub> 300ppm과 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc + CMC 처리는 채종원에서와 동일한 방법으로, GA<sub>3</sub> 20mg 처리는 20mg

을 튜브에 담아 채종원에서의와 동일한 방법으로 채종목 1본당 지상으로 부터 수간 50cm 부위에 3방향으로 3개소에 주입하였다.

2. 개화량 조사

처리 다음해의 4월 15일부터 공시목에 대한 雌·雄花의 개화량을 조사하였다. 자화량 조사는 비교적 개화량이 적었던 채종원에서는 개화수를 전수조사 하였고 개화량이 비교적 많았던 클론보존원에서는 소그룹을 선정하여 개화수를 조사한 다음 다시 소그룹을 전체 그룹에 대입하여 개화량을 산정하였다. 옹화개화량 조사도 자화개화량과 동일한 방법으로 하였다.

개화량 조사시 무처리에 대한 자·옹화 개화량 측정치는 처리하지 않은 전체 개화량에 대한 평균치로 하였다.

종자의 풍흉주기에 있어서 GA 처리효과에 대한 개화량 조사시 채종원에서는 흉작년에 해당되는 해였고, 클론보존원에서는 풍작년에 해당되는 해였다.

3. ha 당 종자생산량 추정

GA 처리별 자화개화 촉진효과가 가장 좋았던 8월 15일 처리를 기준으로, 김원우 등(1993)이 보고한 GA 처리별 구과특성 분석결과를 적용하여 본당 총실종자량을 산출한 후 ha당 종자생산량을 추정하였다.

결과 및 고찰

1. 채종원

채종원에서 개화촉진을 위하여 GA<sub>3</sub> 및 GA<sub>4/7</sub> 300ppm을 수관산포 하고 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc를 수간매입 한후 처리별 및 시기별 자화 및 옹화개화량을 조사분석한 결과는 Table 1에 제시되어 있다.

Table 1. The effects of GA treatments and application time on flowering stimulation in a *Chamaecyparis obtusa* seed orchard.

Time of application	No. of flowers per tree			
	GA <sub>3</sub> 300ppm	GA <sub>4/7</sub> 300ppm	GA <sub>4/7</sub> 1.5cc	Control
Aug. 15	521(650)	332(925)	1,536 <sup>a</sup> (591)	60(153)
Aug. 31	475(597)	167(768)	465 <sup>b</sup> (292)	60(153)
Sep. 11	309(419)	194(702)	423 <sup>b</sup> (630)	60(153)
Mean	435 <sup>b</sup> (555) <sup>a</sup>	231 <sup>bc</sup> (798) <sup>a</sup>	808 <sup>a</sup> (504) <sup>a</sup>	60 <sup>c</sup> (153) <sup>b</sup>

( ) : No. of male flower formation.

\* Values followed by the same superscript are not different significantly at the level of 0.05

### 가. 처리방법별 개화량

자화개화량에서는 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구에서 무처리구 60개의 약 13배에 해당하는 본당 평균 808개로 처리구중 가장 효과가 우수하였다. GA<sub>3</sub> 300ppm 처리구는 본당 평균 자화량 435개로 다음으로 우수하였으며, GA<sub>4/7</sub> 300ppm 처리구에서는 231개의 자화가 개화하였다.

한편 응화개화량의 경우 GA<sub>4/7</sub> 300ppm 처리에서 798개가 개화하여 가장 우수한 성적을 보였고, GA<sub>3</sub> 300ppm과 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리에서 각각 555, 504개가 개화하여 무처리구의 153개에 비하여 우수하였다. 이같은 GA 처리의 개화촉진 효과는 이미 여러 연구자들에 의해 보고된 바 있다. 즉, 金川(1988)은 편백채종원에서 GA<sub>3</sub> 및 GA<sub>4/7</sub> 을 CMC와 혼합하여 처리한 결과 무처리에 비해 현저한 촉진효과를 보였으며, GA<sub>3</sub>와 GA<sub>4/7</sub> 간에는 큰 차이가 없었다고 보고하였고, 古越(1985)은 GA<sub>3</sub> 300ppm 처리와 환상박피를 동시에 처리하는 경우 가장 효과가 좋았다고 보고하였다.

### 나. 처리시기별 개화촉진 효과

8월 15일, 8월 31일, 9월 11일 3시기로 나누어서 GA<sub>3</sub> 300ppm, GA<sub>4/7</sub> 300ppm, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc를 처리하여, 자화개화량을 조사하였는데 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구에서만 0.1% 수준에서 시기간 차이가 인정되었다. 이 가운데 8월 15일 처리구가 1,536개로 가장 우수하였다. GA<sub>3</sub> 300ppm 및 GA<sub>4/7</sub> 300ppm 처리구에서는 시기별 통계적 유의성은 인정되지 않았으나 이들 처리구에서도 8월 15일에 처리한 것이 다른 시기에 비해서 자화개화 촉진이 양호한 것으로 나타났다. 이같은 결과로 보아 8월 15일경에 화아분화가 진행되고 있었음을 추정할 수 있었고, 또한 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구에서 1,536개로 가장 효과가 좋았던 것은 GA 주입시 수간부위 3개소에 2cm의 樹皮를 裂開하여 처리하였기 때문에 환상박피와 병행 처리한 결과를 나타내어 상승효과를 보인 것으로 생각된다.

이는 古越(1985)이 보고한 GA<sub>3</sub> 처리와 환상박피를 동시에 처리하는 경우에 가장 효과가 있었다는 것과 일치하는 결과이다. 따라서 채종원에서 개화촉진을 위해서는 8월 15일경에 GA를 처리해주는 것이 효과적이라고 생각된다.

응화개화량은 모든 처리에 있어서 시기별 통계적 유의성은 인정되지 않았으나, GA<sub>3</sub> 300ppm과 GA<sub>4/7</sub> 300ppm 처리구에서는 자화 개화량과 유사하게 8월 15일 처리한 것이 다른 시기에 비해서 응화개화 촉진이 양호한 것으로 나타났다.

편백채종원에서의 이같은 결과는 河村(1987)의 GA<sub>3</sub> 수간매입 적기는 자·응화촉진의 경우 8월 중순이 가장 양호하였다고 한 보고, 橋詰 등(1970)의 자화의 개화촉진에서 7월 11일 처리에 비해 8월 10일 처리가 효과적이었다는 보고들과 유사한 것이다.

### 다. ha 당 종자생산량 추정

Table 1에 나타난 자화개화량 중 개화촉진효과가 가장 좋았던 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구의 8월 15일 처리결과를 기준으로 김원우 등(1993)이 분석한 GA 처리별 구과특성 결과를 적용하여 종자생산량을 나타낸 결과는 Table 2와 같다. 본당 평균 생산량에 있어서 GA 처리를 하지 않은 자연상태에서는 3.07g인데 비하여 GA<sub>3</sub> 300ppm 처리에서는 30.58g을 생산할 수 있으며, 개화촉진효과가 가장 좋았던 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구에서는 55.29g을 생산할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 1ha에 400本을 기준으로 ha 당 종자수확량을 추정한 결과, GA<sub>4/7</sub> 300ppm 처리구는 7.28kg이었고, GA<sub>3</sub> 300ppm 처리구와 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구는 12.23kg 및 22.12kg으로 무처리구 1.23kg에 비해 약 10배 및 18배의 증수효과를 나타내었다. 都築과 立仙(1985)은 삼나무 채종원에서 GA를 처리한 결과 凶作年인 경우 ha 당 20kg의 종자생산이 가능했다고 보고하였다. 따라서 채종원에서 종자결실 풍흉주기를 잘 판단하여 凶作年, 또는

**Table 2.** Estimation of seed production in *Chamaecyparis obtusa* stands assuming a density of 400 trees treated by GA<sub>4/7</sub>

Treatment	No. of female flowers per tree	Weight of seeds per tree(g)	Weight of seeds/ha(kg)	Production percentage*
GA <sub>3</sub> 300ppm	521	30.58	12.23	994
GA <sub>4/7</sub> 300ppm	332	18.19	7.28	592
GA <sub>4/7</sub> 1.5cc	1,536	55.29	22.12	1,798
Control	60	3.07	1.23	100

\* The proportion of seed production of Gibberellin treatments to that of control

平作年때에 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc를 8월 중순에 수간매입 처리하면 개량종자생산 증진에 많은 효과가 있을 것으로 판단된다.

**2. 클론보존원**

클론보존원에서 20클론을 대상으로 GA<sub>3</sub> 300ppm, GA<sub>4/7</sub>1.5cc, GA<sub>3</sub> 20mg, 무처리 등 4개 처리에 대한 자화개화량을 조사한 후 분산분석한 결과는 Table 3과 같다. Table에서 보는 바와 같이 클론간 및 처리간에는 0.1%, 클론과 처리 상호간

에는 1%의 고도의 유의성이 인정되었다. 처리 및 각 처리별 클론간 자화개화촉진 효과에 대한 Duncan의 다중검정을 실시한 결과(Table 4), GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구가 본당 평균 2,585개로 가장 우수한 것으로 나타났으며, 무처리구가 702개로 가장 저조한 성적을 나타냈다. 한편 각 처리별로 본당 2,000개 이상의 비교적 높은 개화량을 보인 클론은 GA<sub>3</sub> 300ppm 처리구에서는 전남9호, 전남18호, 전북1호, 전남21호 등 6개 클론, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc처리구에서는 전남21호, 충남4호, 전남19호, 전북2호 등 12개 클론, GA<sub>3</sub> 20mg 처리구에서는 충남4호, 전남9호, 전남18호, 전남21호 등 9개 클론이었는데 무처리구에서는 본당 평균 2,000개 이상의 개화량을 보인 클론이 없었다. 반대로 1,000개 이하의 적은 개화량을 보인 클론은 GA<sub>3</sub> 300ppm 처리구에서는 경남48호, 경남49호, 충남3호, 경남27호 등 10개 클론이었고, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구에서는 경남48호, 전북1호, 경남45호, 전남10호 등 4개 클론이었다. GA<sub>3</sub> 20mg 처리구에서는 경남21호, 제주1호, 전북2호, 충남3호 등 7

**Table 3.** ANOVA table for the effect of gibberellin treatments and clones on female flower formation.

Source	d.f	MS	F
Clone	19	8232725.9	6.91***
Treat	3	27637315.7	21.86***
Clone × Treat	57	2436421.3	1.93**
Error	80	1264314.9	
Total	159		

\*\*\* p<0.001 \*\* p<0.01

**Table 4.** Difference of female flower formation among clones in each gibberellin treatment.

Clones	GA <sub>3</sub> 300ppm	GA <sub>4/7</sub> 1.5cc	GA <sub>3</sub> 20mg	Control
CN 3	310 (18)	1,415 (15)	715 (17)	730 (9)
	607 (13)	5,675( 2)	8,225 ( 1)	910 ( 7)
JB 1	2,582 ( 3)	458 (19)	755 (16)	280 (19)
	1,154 ( 9)	3,900 ( 4)	680 (18)	565 (12)
JN 6	1,965 ( 7)	3,625 ( 5)	2,720 ( 5)	1,775 ( 1)
	4,525 ( 1)	3,275 ( 6)	4,600 ( 2)	985 ( 5)
10	797 (11)	982 (17)	1,275 (11)	652 (10)
	1,252 ( 8)	1,800 (13)	1,483 (10)	1,090 ( 3)
18	4,015 ( 2)	3,125 ( 8)	3,990 ( 3)	922 ( 6)
	1,082 (10)	3,930 ( 3)	2,475 ( 8)	805 ( 8)
21	2,375 ( 4)	6,625 ( 1)	3,385 ( 4)	1,360 ( 2)
	715 (12)	2,350 (11)	393 (20)	375 (14)
KN 23	2,150 ( 5)	2,015 (12)	2,265 ( 9)	590 (11)
	380 (17)	1,775 (14)	1,205 (12)	287 (17)
45	405 (16)	648 (18)	957 (14)	309 (16)
	472 (15)	2,615 (10)	2,675 ( 6)	420 (13)
48	100 (20)	422 (20)	815 (15)	269 (20)
	212 (19)	2,895 ( 9)	1,143 (13)	287 (18)
TG 5	2,100 ( 6)	3,170 ( 7)	2,515 ( 7)	1,090 ( 4)
CJ 1	592 (14)	1,005 (16)	625 (19)	342 (15)
Mean	1,339 <sup>b</sup>	2,585 <sup>a</sup>	2,114 <sup>a</sup>	702 <sup>c</sup>

Note : CN, JB, JN, KN, TG, and CJ : Chungnam, Jeonbuk, Jeonnam, Kyongnam, Taegu and Cheju, respertively.

\* Mean values followed by the same superscript are not different significantly at the level of 0.05.

개 클론이었으며, 무처리구에서는 경남48호, 전북1호, 경남49호, 경남27호 등 16개 클론이었다. 이상과 같은 결과로 보았을 때 전남9호, 전남18호, 전남21호, 경남23호, 대구5호 등 5개 클론은 모든 처리구에서 공통적으로 개화량이 많은 것으로 나타났으며, 경남45호, 경남48호 제주1호는 모든 처리구에서 공통적으로 개화량이 적게 나타남으로서 개화촉진 효과는 처리효과 외에도 遺傳的인 要因에 의해 상당부분 지배되어짐을 추정할 수 있었다. 또한 충남4호, 경남27호, 경남46호, 경남49호 등은 수관산포 처리구인 GA<sub>3</sub> 300ppm

처리구에서 분당 평균 212 - 607개의 비교적 적은 개화량을 보였으나 수간매입 처리구인 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc에서는 분당 평균 1,775 - 5,675개의 개화량을 보였으며, GA<sub>3</sub> 20mg 처리구에서도 1,143 - 8,225개의 많은 개화량을 나타내 이들 클론들은 수관산포에서는 다른 클론에 비하여 개화촉진에 대한 반응이 적었으나 수간매입 처리구에서 높은 반응을 보여 클론과 처리간에 어느 정도의 상호작용 효과가 있는 것으로 추정되었다. 한편 옹화 개화량에서는 클론간 및 처리간에 통계적 유의성이 인정되었으나 클론과 처리간의 상호작용효과는 없는 것으로 나타났다(Table 5).

옹화 개화량에서도 자화에서와 마찬가지로 각 처리 및 개화촉진 효과에 대한 Duncan의 다중검정을 실시한 결과(Table 6), GA<sub>3</sub> 300ppm 처리구와 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구가 분당 평균 개화량 2,750개 및 3,099개로 무처리구의 1,091개에 비해서 효과가 좋은 것으로 나타났다. 각 처리별로 3,000개 이상의 비교적 많은 개화량을 보인 클론은 GA<sub>3</sub> 300ppm 처리구에서는 대구5호, 전남19호, 전남6호, 전북2호 등 9개 클론, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc

**Table 5.** ANOVA table for the effect of gibberellin treatments and clones on male flower formation.

Source	d.f	MS	F
Clone	19	13327594.2	1.90*
Treat	3	30784977.0	4.40**
Clone × Treat	57	6652289.6	0.95
Error	80	7002243.1	
Total	159		

\* p<0.05 \*\* p<0.01

**Table 6.** Difference of male flower formation among clones in each gibberellin treatment.

Clones	GA <sub>3</sub> 300ppm	GA <sub>4/7</sub> 1.5cc	GA <sub>3</sub> 20mg	Control
CN 3	390 (16)	1,320 (16)	2,160 (11)	1,750 (5)
	560 (13)	3,750 (6)	4,775 (2)	1,620 (7)
JB 1	4,700 (5)	150 (20)	1,250 (15)	325 (16)
	4,860 (4)	8,875 (2)	552 (18)	485 (12)
JN 6	5,670 (3)	9,200 (1)	3,888 (3)	2,500 (2)
	3,250 (7)	2,500 (8)	2,900 (7)	2,250 (3)
10	465 (14)	2,125 (10)	290 (20)	420 (14)
	1,980 (11)	4,410 (5)	2,525 (8)	1,425 (8)
18	4,520 (6)	1,140 (18)	2,978 (6)	1,130 (9)
	8,020 (2)	1,525 (14)	2,100 (12)	1,125 (10)
21	2,820 (10)	3,675 (7)	2,190 (10)	2,250 (4)
	53 (20)	2,250 (9)	740 (17)	275 (17)
KN 21	3,250 (8)	1,375 (15)	1,290 (13)	1,675 (6)
	225 (19)	1,940 (11)	3,000 (5)	0 (20)
45	430 (15)	1,150 (17)	1,275 (14)	410 (15)
	363 (17)	6,150 (4)	4,850 (1)	535 (11)
48	308 (18)	835 (19)	1,150 (16)	66 (19)
	3,148 (9)	6,150 (3)	2,310 (9)	435 (13)
TG 5	8,950 (1)	1,920 (12)	3,650 (4)	2,900 (1)
	1,055 (12)	1,545 (13)	540 (19)	250 (18)
CJ 1				
Mean	2,750 <sup>a</sup>	3,099 <sup>a</sup>	2,220 <sup>ab</sup>	1,091 <sup>b</sup>

Note : CN, JB, JN, KN, TG, and CJ : Chungnam, Jeonbuk, Jeonnam, Kyongnam, Taegu and Cheju, respertively.

\* Mean values followed by the same superscript are not different significantly at the level of 0.05.

처리구에서는 전남6호, 전북2호, 경남49호, 경남46호 등 7개 클론, GA<sub>3</sub> 20mg 처리구에서는 경남46호, 충남4호, 전남6호, 대구5호 등 5개 클론이었다. 무처리구에서는 본당 평균 3,000개 이상의 개화량을 보인 클론이 없었다. 또한 1,000개 이하의 적은 개화량을 보인 클론은 GA<sub>3</sub> 300ppm 처리구에서는 경남21호, 경남27호, 경남48호, 경남46호 등 8개 클론이었고, GA<sub>4/7</sub> 1.5cc 처리구에서는 전북1호, 경남48호 등 2개 클론이었다. GA<sub>3</sub> 20mg에서는 전남10호, 제주1호, 전북2호, 경남21호 등 4개 클론이었고, 무처리구에서는 경남27호, 경남48호, 제주1호, 경남21호 등 10개 클론이었다. 전남6호, 전남9호는 모든 처리구에서 개화량이 공통적으로 많게 나타났으며, 경남45호, 경남48호, 제주1호 등은 모든 처리구에서 개화량이 적게 나타나 자화에서도 옹화와 마찬가지로 遺傳的인 要因에 의해 어느 정도 지배됨을 추정할 수 있었다. 한편 충남3호, 충남4호, 경남27호, 경남46호 등 4클론들은 수관산포 처리구인 GA<sub>3</sub> 300ppm 처리구에서는 본당 평균 225 - 560개로 비교적 적은 개화량을 보인 반면 수간매입 처리구인 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc에서는 본당 평균 1,320 - 6,150개의 개화량을 보였고, GA<sub>3</sub> 20mg에서는 2,160 - 4,850개의 많은 개화량을 나타내 이들 클론들도 자화개화량과 동일하게 수관산포에서는 다른 클론에 비하여 개화촉진에 대한 반응이 적었으나 수간매입 처리구에서 높은 반응을 보여 이들 클론에 대해서는 수관산포보다 수간매입처리가 개화촉진을 위한 사업실행에서 유리할 것으로 생각된다. 河村(1985)은 편백 개화촉진을 위해서 수관산포는 GA<sub>3</sub> 300ppm이 효과적이고 수간매입은 GA<sub>3</sub> 20 - 30mg을 D.B.H 10cm이상 채종목에 매입처리 하였을 때 효과적이었다고 보고하였다. 永江(1986)은 본 결과에서와 유사하게 편백채종원에서 21개 클론에 대한 GA 처리결과 자화개화량의 경우 클론간, 처리간에 1% 수준에서 유의성이 있었다고 보고하였다. 또한 前田等(1985)은 편백 정영수 클론보존원에서 12개 클론을 대상으로 GA<sub>3</sub> 및 GA<sub>4/7</sub>을 300ppm 농도로 처리한 결과 GA<sub>4/7</sub> 300ppm 처리구가 효과가 좋았으며, 클론간에는 반응이 각각 다르게 나타났다고 보고하였고, 橋詰等(1970)도 클론보존원에서 GA처리 결과 클론에 따라 많은 차이를 나타냈으며, 클론간에 유전적 소질에 의해 강한 작용을 받고있는 것으로 여겨진다고 보고하였다. 본 연

구에서는 각 처리별로 동일 클론이 높은 개화량 또는 낮은 개화량을 보이는 경향을 나타냈으나 각 처리별로 가장 많은 자화개화량을 보인 클론은 서로 相異한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때에 편백채종원에서 개화촉진을 위하여 본당 GA<sub>4/7</sub> 1.5cc를 8월 15일경에 처리하는 것이 가장 효과적이며, 클론에 따라 효과가 相異하므로 민감한 반응을 보이는 클론들이 채종원 관리시 제거되지 않도록 유의해야 할 것으로 생각된다.

### 인용 문헌

1. 金元雨·趙利明·金贊秀·金世炫·姜英濟·金善昌. 1993. 14年生 편백 採種園에서 지배레틴을 利用한 種子生産. 林育研報, 29 : 170-175.
2. 金種元·金映傑·金道經·金甲成·吳敏榮·朴勝杰·金泰玉·李元烈·徐廷培·朴南昌. 1983. 삼나무, 편백의 分布와 適地 및 造林에 關한 研究. 林研報, 30 : 41-88.
3. 산림청. 1997. 임업통계연보. 417pp.
4. 林業研究院. 1993. 韓國樹木圖鑑. 31pp.
5. 古越隆信. 1985. ヒノキの着花結實 技術開發-技術開發と育種的意義- 林木の育種. 134 : 28-31.
6. 橋詰隼人·網田良夫·福井溫信·植木忠二. 1970. 環狀剝皮とジベレリン處理 によるヒノキ精英樹クローンの着花促進. 日林誌, 52 : 191-197.
7. 金川侃. 1979. ジベレリン(GA<sub>4</sub>+GA<sub>7</sub>)によるクロマツの着花促進效果. 林木の育種. 特別號 : 48-49.
8. 都築誠二郎·立仙雄彦. 1985. スギ採種園の着花促進の實例. 林木の育種, 35 : 8-12.
9. 永江修. 1986. GA<sub>3</sub> によるヒノキの着花促進處理とクローンの反應. 林木の育種, 138 : 31-32.
10. 前田武彦·西村慶二. 1985. ヒノキ採種園における種子生産技術. 林木の育種, 134 : 32-34.
11. 板壇富泰, 枇谷金治, 吉野豊. 1971. ジベレリン 剝皮處理によるヒノキの着花促進. 林木の育種, 66 : 20-21.
12. 河村嘉一郎·佐与木·研田島正啓. 1981. ヒ

- ノキ精英樹の着花促進技術の開發試驗. 關西林育年報. 18: 29-32.
13. \_\_\_\_\_. 1985. ジベレリンによるヒノキの着花促進技術の開發試驗. 林木の育種. 134: 25-27.
  14. \_\_\_\_\_. 1987. ジベレリンによるヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 着花促進. 林育研報. 5: 1-32.
  15. Kato, Y., N. Fukuhara and R. Kkobayashi. 1959. Stimulation of differentiation of flower bud in conifer by gibberellin(1). J. Jap. For. Soc. 41: 309-311.
  16. Rong, H.H. 1988. Promotion of cone production on white spruce grafts by gibberellin GA<sub>4/7</sub> application. For. Eco. Manag. 23: 39-46.
  17. Tadashi, K. and K. Masaaki. 1984. Seed production under different condition of pollen dispersal in *Cryptomeria japonica*. D. Don. seed orchards. Jap. For. Tree Breeding Asso. 133: 3-7.
  18. Wladyslaw, C. 1987. Stimulation of flowering in scots pine (*Pinus sylvestris*) grafts by gibberellins injection. For. Eco. and manag. 19: 177-181.
  19. Wojciech, W. 1987. Effect of spraying with gibberellin A<sub>4/7</sub> on flowering and endogenous gibberellin content in buds of scots pine grafts. For. Eco. Manag. 19: 121-127.