

잣나무着果量에 미치는 몇 개 氣象因子的 影響¹

全 尚 根² · 金 一 顯²

Effects of Some Meteorological Factors on Number of Cone Formation in *Pinus koraiensis*¹

Sang-Keun Chon² · Il Hyun Kim²

要 約

잣나무의 着果量에 미치는 氣象環境因子的 影響을 7 個年間的 着果量과 氣象資料間的 相關 및 回歸分析을 通해 研究했다. 잣나무의 着果量은 花芽分化 當年 年平均氣溫이 낮고 花芽分化 前年 日照量과 花芽分化前 冬季期間의 日照量이 많을 때 增加되었으며 특히 花芽分化前 6 月の 氣溫이 낮고 降水量이 적고 日照量이 많을 경우 着果量이 많았다.

ABSTRACT

The environmental influence on cone crop of *Pinus koraiensis* has been studied by means of correlation and regression analysis of number of 1-year-old cone and meteorological data. A positive effect on cone crop is brought about by low air temperature during the year of flower bud differentiation and much sunshine duration for the year and the winter before flower bud differentiation. The weather of June before flower bud differentiation is very important for cone production.

Key words : *Pinus koraiensis*; cone crop; meteorological factors.

緒 論

林木의 開花結實은 根本的으로는 그 樹木의 遺傳的 素質과 이와 相互作用하는 環境에 의해 決定됨은 말할 것도 없다.⁴⁾ 林木의 경우 그 結實은 上記 遺傳과 環境의 問題中 특히 樹體內的 生理的인 條件과 여기에 影響을 주는 氣象條件에 支配되어 豐凶의 差가 생긴다고 알려져 있으며⁷⁾ 따라서 오래전부터 여러 樹種에 對하여 그 結實의 豐凶과 氣象條件과의 關係가 研究되어 왔다.^{1, 3, 5, 6, 7, 8)}

本研究은 지금까지 밝혀진 바가 없는 잣나무의 着果量과 氣象條件과의 關係를 究明코져한 것이다.

材料 및 方法

調査林分은 江原道 洪川郡 北方面 北方一里에 있는 45 年生(1974 年 調査着手當時) 잣나무 人工植栽 林으로, 林分의 傾斜方向이나 位置 其他 土壤 等の 條件을 考慮하여 넓이 400~600 ㎡의 調査plot을 全 林分을 通하여 7 個를 有意選定하고, 여기에 生立하는 林木 240 本을 對象으로 着果量을 調査하였다. 調査區內 林木의 樹高는 最小 13 m에서 最高 20 m에 達하고 平均樹高가 16.48 ± 0.56 m였으며 胸高直徑은 最小 16 cm로부터 最大 38.5 cm에 이르고 平均直徑이 25.29 ± 0.26 cm였다. 林分의 立木密度는 調査 plot의

¹ 接受 8 月 26 日 Received August 26, 1982.

² 慶熙大學校 産業大學 College of Industry, Kyung Hee University, Seoul, Korea.

位置에 따라 差異가 있었는데 密度가 높은 곳이 個體間 平均距離 3.59m(766本/ha)였고 낮은 곳이 4.40m(516本/ha)였다.

着果量의 調査는 1974년부터 1980년까지 7個年間 每年 9月初旬 個體木別로 登木하여 一年生 毬果 即 다음해에 成熟 採取하게 되는 毬果數를 調査하여 着果量으로 하였다.

한편 1972년부터 1979년까지 8個年間 洪川地方에 있어서의 氣溫, 日照時間, 降水量, 天氣日數(맑

은날수, 흐린날수, 降水日數) 등의 氣象因子를 調査하여 前述한 着果量과 이들 氣象因子와의 關係를 檢討하였다.

結 果

1. 着果量

着果量은 開花當年(結實前年度) 9월에 未熟毬果數를 調査한 것으로 年度別 및 plot別로 整理해 보면

Table 1. Number of cone formation per plot by year. ():No.of trees / 600m²

Year plot	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80
A	268 (31)	637 (31)	354 (31)	778 (30)	561 (30)	113 (30)	220 (30)
B	347 (32)	969 (32)	334 (30)	530 (30)	480 (30)	95 (30)	418 (30)
C	378 (34)	561 (34)	584 (34)	665 (34)	613 (34)	129 (34)	126 (34)
D	365 (39)	334 (39)	471 (39)	606 (38)	307 (38)	194 (38)	175 (38)
E	158 (39)	411 (39)	203 (39)	384 (38)	182 (38)	132 (38)	272 (38)
F	205 (31)	883 (31)	441 (31)	286 (31)	335 (31)	186 (31)	433 (31)
G	359 (37)	637 (37)	300 (37)	515 (37)	281 (37)	158 (36)	
Total	2,080 (243)	4,432(243)	2,687(240)	3,764(238)	2,759(238)	1,007(237)	1,644(201)

Table 1에서 보는 바와 같다. 着果數는 母樹個體에 따라 또는 母樹의 生立位置나 同一母樹라도 着果年度에 따라 差異를 나타내고 있었는데, 個體木別 年平均 着果數를 보면 最下 0.14個(D 38木)에서 最多 46.29個(F 18木)였고, 個體木別 年度別 着果數로는 最下 0에서 最多 217個(F 18木, 1975年)였다. 7個年間 個體木別 平均着果數는 11.2個였다.

全體 plot를 합한 年度別 着果數를 보면 75年度가 4,432個로 가장 많았고, 79年度가 1,007個로 제일 적었다.

2. 氣象因子

氣象因子는 74年度에 最初 調査된 着果量에 미쳤을지도 모르는 影響을 考慮하여 그 보다 2年前인 72年度부터 79年度까지 8個年間的 資料를 調査하였는데, 氣溫, 日照時間, 日照率, 降水量, 天氣日數 및 降水日數에 對하여 年度別로 月平均値를 求했던 바 Figs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7에서 보는 바와 같았다.

年度別 月平均氣溫은 最低가 77年 1月の -9.5°C였고, 最高가 73年 7月の 26.8°C였으며, 8個年間的 月平均氣溫은 1月이 -4.8°C로 제일 낮았고, 7月이 24.9°C로 제일 높았다.

年平均氣溫은 74年이 9.3°C로 제일 낮았고, 73

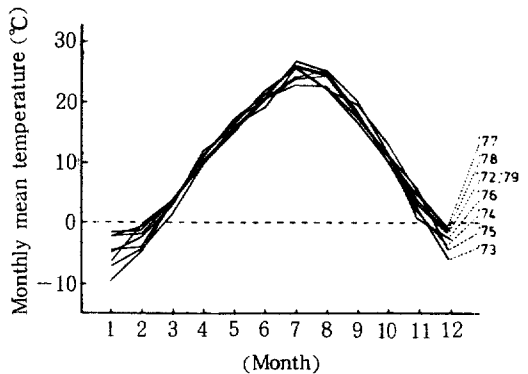


Fig. 1. Monthly mean temperature for 8 years (1972-1979).

年과 78年이 10.6°C로 제일 높았다(Fig. 1).

降水量은 年度別 月平均이 77年 2月の 最低 0mm에서 72年 8月の 最高 796.5mm였으며, 8個年間的 月平均降水量은 12月이 21.86mm로 제일 적었고, 8月이 321.95mm로 제일 많았다. 年降水量은 73年이 955.5mm로 1,000mm以下였으며, 72年이 1,488mm로 제일 많았다(Fig. 2).

年度別 月日照時間은 77年 12月이 132.6時間으로 가장 짧았으며, 72年과 78年 5月이 299.2時間

으로 가장 길었고, 8 個年間の 月平均 日照時間은 5 月이 270.13 時間으로 가장 길었고, 12 月이 173.6 時間으로 가장 짧았다.

年間 總 日照時間은 78 年이 2,548.3 時間으로 가

장 짧았고, 73 年이 2,742.2 時間으로 가장 길었다 (Fig. 3).

또 日出에서 日沒까지의 時間에 對한 日照時間의 百分率로 求한 日照率에 있어서는 8 個年間の 月平均이 7 月이 53.5%로 가장 적었고, 3 月이 64.6%로 제일 컸었는데, 이는 우리나라의 氣候的 特性으로 7 月에 비가 많이 내리고 3 月에 가물기 때문이라고 생각된다.

年平均 日照率은 73 年이 66%로 제일 높았고 78 年이 57%로 제일 낮았다(Fig. 4).

天氣日數는 맑은날수(cloud cover ≤ 2.5), 흐린날수 (cloud cover ≥ 7.5), 降水日數(precipitation ≥ 0.1)를 調査한 것으로 Figs. 5, 6, 7에서 보는 바와 같다.

月中 맑은날수가 가장 많았던 달은 77 年 2 月의 16 日間이었고, 76 年과 78 年의 8 月 및 79 年의

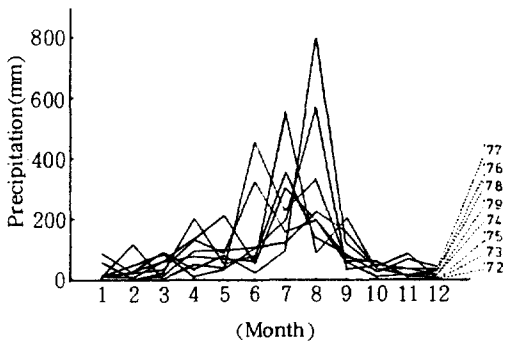


Fig. 2. Monthly precipitation for 8 years(1972-1979).

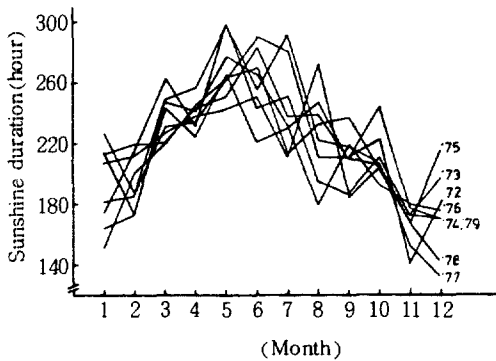


Fig. 3. Monthly sunshine duration for 8 years(1972-1979).

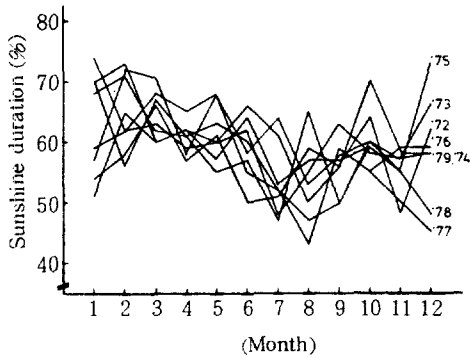


Fig. 4. Monthly sunshine duration in percentage for 8 years(1972-1979).

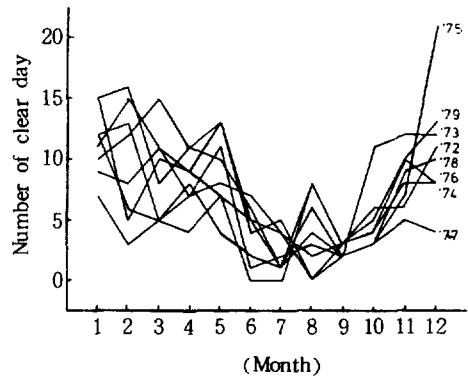


Fig. 5. Monthly number of clear days for 8 years (1972-1979).

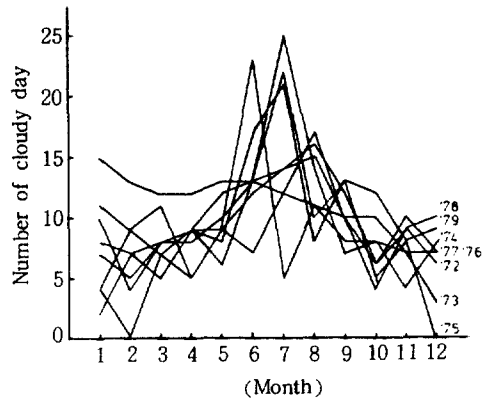


Fig. 6. Monthly number of cloudy days for 8 years (1972-1979).

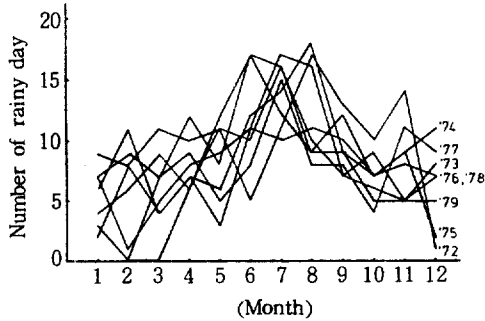


Fig. 7. Monthly number of rainy days for 8 years (1972-1979).

6·7月은 맑은 날수가 하루도 없었다.

年度別로는 73年이 98日間으로 제일 길었고 74年이 71日間으로 제일 짧았다. 흐린 날수는 74年 7月이 25日間으로 가장 길었으며 75年의 12月 및 77年의 2月은 하루도 없었다. 年度別 흐린 날수는 77年이 88日間으로 가장 짧았고 72年이 136日間으로 가장 길었다.

降水日數에 있어서는 72年 및 77年이年間 88日間으로 제일 짧았고 75年 및 76年이 109日間으로 비가 온 날이 제일 많았다.

3. 着果量과 氣象因子와의 相關

着果量에 미치는 氣象因子의 影響을 알기 위하여 調査된 着果量과 各 氣象因子와의 相關關係를 檢討해 본 結果, Figs. 8~19와 같았다.

氣象因子와 着果量과의 相關 및 回歸關係는 花芽分化當年 및 花芽分化前年の 氣象因子 그리고 年中月別 또는 몇 個月의 累積氣象因子를 獨立變數로 하고 着果數를 從屬變數로 하여 檢討한 것이다.

氣溫과 着果量과의 相關에 있어서는 花芽分化前年 12月의 月平均氣溫과 着果量間的 相關係數 $r = -0.9730$ (1%水準의 有意性)으로 負의 相關을 認定할 수 있었으며, 花芽分化當年の 月平均氣溫과는 6月 平均氣溫과에 있어서 相關係數 $r = -0.7405$ (5%水準의 有意性)로 負의 相關을 認定할 수 있었다. 그리고 花芽分化當年の 年平均氣溫과 着果量間에는 $r = 0.8920$ (1%水準의 有意性)의 負의 相關과 $\hat{y} = -1962.1569X + 22666.7451$ 式의 回歸關係를 認定할 수 있었다 (Figs. 8, 9, 10).

花芽分化期間을 포함한 1年間의 零上氣溫의 影響을 알아보고져 花芽分化前年 11月부터 花芽分化當年 10月까지 0°C 以上되는 月平均氣溫만을 合計하

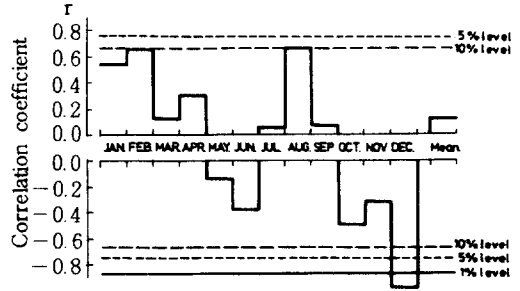


Fig. 8. Simple correlation coefficients between number of cone formation and monthly mean Temperature of the year before flower bud differentiation.

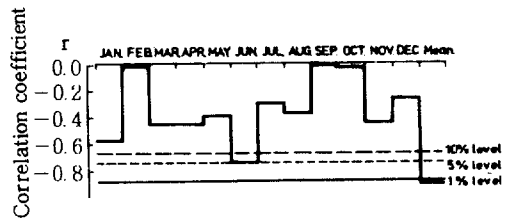


Fig. 9. Simple correlation coefficients between number of cone formation and monthly mean temperature of flower bud differentiation year.

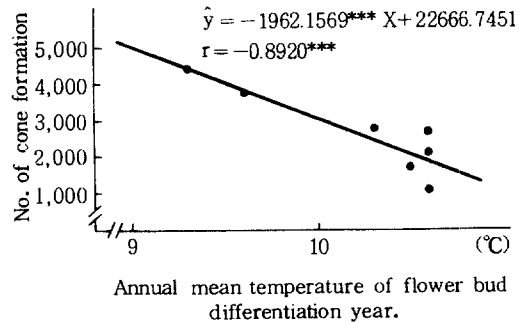


Fig. 10. Relationship between number of cone formation and annual mean temperature of flower bud differentiation year.

여 着果量과의 相關關係를 檢討하였던 바 相關係數 $r = -0.8520$ (5%水準의 有意性)로 負의 相關을 나타내고 있었으며, 이들間에는 $\hat{y} = -262.0602X + 37437.5381$ 의 回歸關係도 認定할 수 있었다 (Fig. 11).

降水量과 着果量과의 相關에 있어서는 花芽分化當

年 6 月 的 降 水 量 和 着 果 量 間 的 負 的 相 關 ($r = -0.7833$) 을 認 定 할 수 있 었 고, 또 이 들 間 에 는 $\hat{y} = -$

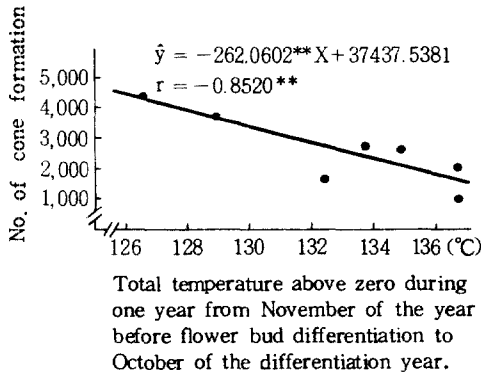


Fig. 11. Relationship between number of cone formation and total temperature above zero during one year from November of the year before flower bud differentiation to October of the differentiation year.

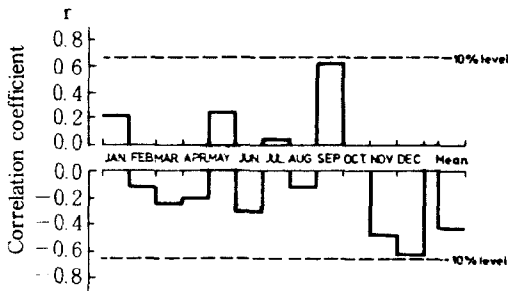


Fig. 12. Simple correlation coefficients between number of cone formation and monthly precipitation of the year before flower bud differentiation.

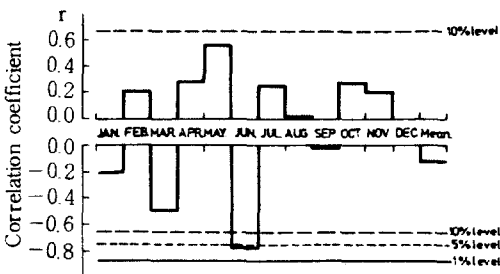


Fig. 13. Simple correlation coefficients between number of cone formation and monthly precipitation of flower bud differentiation year.

5.9839 X + 3631.4692 式 的 直 線 回 歸 關 係 에 있 음 도 알 수 있 었 다. 그 러 나 花 芽 分 化 前 年 的 月 降 水 量 和 着 果 量 間, 그 리 고 花 芽 分 化 前 年 및 當 年 的 年 降 水 量 和

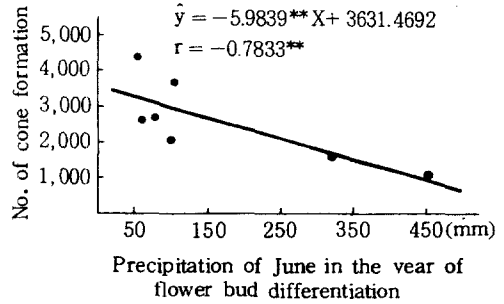


Fig. 14. Relationship between number of cone formation and precipitation of June in the year of flower bud differentiation.

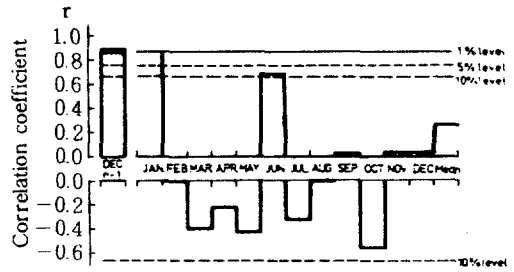


Fig. 15. Simple correlation coefficients between number of cone formation and sunshine duration of December of the year before flower bud differentiation and the differentiation year.

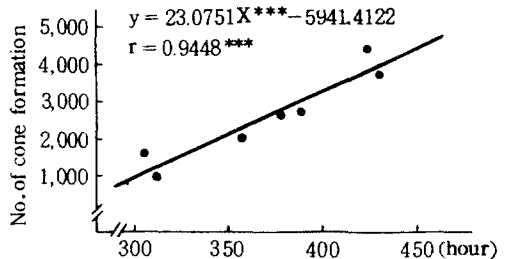


Fig. 16. Relationship between number of cone formation and sum of sunshine duration of winter (Dec. and Jan.) before flower bud differentiation.

果量間에는 相關이 없음을 알 수 있었다(Figs. 12, 13, 14).

日照時間과 着果量과의 相關에 있어서는 花芽分化前年 12月 및 分化當年 1月の 日照時間과 着果量間에 各各 相關係數 $r=0.8764$ (5%水準의 有意性) 및 $r=0.8636$ (5%水準의 有意性)으로 正의 相關關係를 나타냈으며, 上記 2個月間的 日照時間의 合計와 着果量間에는 相關係數 $r=0.9448$ (1%水準의 有意性), $\hat{y}=23.0751X-5941.4122$ 의 直線回歸式을 認定할 수 있었다(Figs. 15, 16).

또한 花芽分化前年 11월부터 分化當年 2월까지를 冬季期間으로 잡고, 이 期間동안의 日照時間의 合計와 着果量과의 相關關係를 檢討했던 바 相關係數 $r=0.85$ (5%水準의 有意性)로 正의 相關을 認定할 수 있었으며, 이들間에는 $\hat{y}=16.6063X-9524.6884$ 의 直線回歸關係에 있음도 알 수 있었다(Fig. 17).

日照率과 着果量間에 있어서도 花芽分化前年 12月 및 分化當年 1月の 日照率과 着果量間에 各各 相關

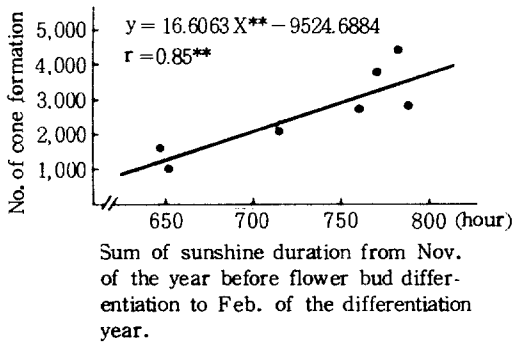


Fig. 17. Relationship between number of cone formation and sum of sunshine duration for winter season(from Nov. to Feb.)

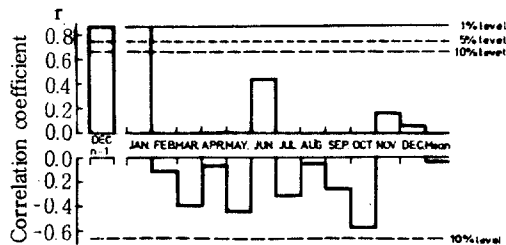


Fig. 18. Simple correlation coefficients between number of cone formation and percentage of sunshine duration of December of the year before flower bud differentiation and the differentiation year.

係數 $r=0.8678$ (5%水準의 有意性) 및 $r=0.8641$ (5%水準의 有意性)로 正의 相關關係가 있음을 알 수 있었다(Fig. 18).

결국 겨울인 12月과 1月の 日照時間이나 日照率이 높으면 着果량이 많아진 겨울동안의 光合成량이 花芽分化量에 크게 影響함을 알 수 있었다.

또한 年日照時間과 着果量間에도 正의 相關關係($r=0.7652$)를 認定할 수 있었는데, 日照時間은 光合成량과 比例함으로 一年間的 光合成량의 多小가 着果量에 影響하고 있음도 알 수 있었다.

天氣日數와 着果量間的 關係에 對해서는 花芽分化前年 및 當年의 맑은날수, 흐린날수, 降水日數와 着果量間的 相關關係를 檢討하였는데, 分化前年 6月の 맑은날수와 着果量間에는 相關係數 $r=-0.8122$ (5%水準의 有意性)로 負의 相關을, 分化當年 1月の 흐린날수와 着果量間에는 相關係數 $r=-0.7809$ (5%水準의 有意性)로 負의 相關과 $\hat{y}=-240.2204X+3997.4026$ 의 直線回歸關係를, 分化當年 5月の 흐린날수와 着果量間에는 相關係數 $r=0.87$ (5%水準의 有意性)으로 역시 正의 相關을 各各 認定할 수 있었으며, 分化當年 1月の 降水日數는 着果量과의 相關에 있어 相關係數 $r=-0.7913$ (5%水準의 有意性)으로 負의 相關을 나타내고 있었다(Fig. 19).

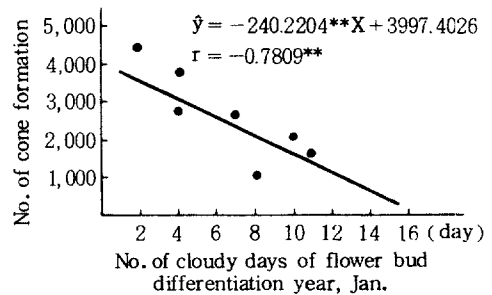


Fig. 19. Relationship between number of cone formation and number of cloudy day of flower bud differentiation year, January.

以上的 相關關係 檢討에서 高度의 有意性을 나타낸 氣象因子 가운데 主要한 3가지 氣象要因 즉, 花芽分化當年의 年平均氣溫(X_2), 花芽分化前年 11월부터 分化當年 2월까지 日照時間의 合計(X_3), 花芽分化當年 6月 降水量(X_4)과 着果量과의 重回歸關係를 檢討하였는 바, $\hat{Y}=14887.284-1171.205X_2+0.57X_3-4.288X_4$ 의 關係式을 誘導할 수 있었다. 또한 X_3 要因을 花芽分化前年 12月과 1月の 日照時間의 合計

로 하였을 경우 $\hat{y}_2 = 7072.897 - 795.272X_2 + 10.792X_3 - 1.990X_4$ 의 關係式을 誘導할 수 있었다.

考 察

독일가문비의 경우 Scandinavia에서는 花芽分化當年의 가뭄과 高溫條件이 開花結實을 促進하고 特別 6月の 溫度條件이 重要하다고 하였으나, Finland에서는 夏期高溫과 가뭄이 種子結實의 決定的 要因은 아니라고도 하였다.^{1,4)} *Abies sachalinensis*의 경우 結實의 豊凶은 前前年 5月~8月の 平均氣溫, 平均最高氣溫, 平均最低氣溫과 關係가 깊다고 하였고⁸⁾, 삼나무의 結實豊作은 前年 6월부터 10월까지의 기간동안 降水量이 적고 氣溫이 높기 때문이라고 하였다.⁹⁾ 낙엽송은 開花結實년부터 약 2년이 經過한 後에 있어서, 前年 6월부터 7月上旬까지의 가뭄과 高溫, 多照, 小雨가 結實의 豊 또는 大豊을 가져온다고 하였으며, 特別 6月下旬과 7月上旬의 氣象이 크게 影響한다고 하였다.^{5,6)} 이들을 綜合해 볼 때 各樹種 모두 花芽分化前 光合成量과 關係가 깊은 高溫 乾燥가 結實을 左右하는 重要氣象條件이라고 할 수 있겠다.⁴⁾

잣나무의 着果量은 花芽分化當年 年平均氣溫이 낮고(또는 花芽分化前年 11월부터 分化當年 10월까지 1年間의 0℃ 以上되는 氣溫의 合計가 낮은 경우), 花芽分化前年 日照量과 花芽分化前 冬季期間의 日照量이 길 때 增加되었으며, 特別 6月の 氣象條件이 重要하여, 花芽分化當年 6月の 氣溫이 낮고 降水量이 적고 日照量이 많은 경우 着果量이 많았다. 天氣日數에 있어서 6月の 맑은날수와 着果量間의 負의 相關이나 흐린날수와 着果量間의 正의 相關은 두 氣象因子가 氣溫에 影響하는 因子로서 이들이 構成하는 低溫條件과 關連이 깊은 것으로 생각된다.

잣나무가 다른 樹種과 달리 溫度條件에 있어 高溫보다는 低溫의 경우 着果量이 많은 것은 本來 추운

곳이 自然分布地域인 本樹種 特有的인 生理的인 特性이 아닌가 생각되며, 特別 花芽分化前 冬季期間에 흐린날수가 적고 日照時間이 길은 경우 着果量이 많은 것은 잣나무의 冬季光合成量과 關係가 깊은 것으로 생각되어 이들 問題에 關한 研究가 進行되어야 할 것이다.

引 用 文 獻

1. Brøndbo, P. 1970. Meteorological factors. Flowering intensity and cone crop of *Picea abies* in Southeastern Norway, Reports in Meeting on Sexual Reproduction of Forest Trees, Savonlinna, Finland : 1-14.
2. 全尙根. 1978. 잣나무 成熟木의 毬果 및 種子結實量. 慶熙大學校 產業科學 技術研究所 論文集 6 : 81-89.
3. Evans, L. T. 1963. Environmental control of Plant Growth. Academic Press, New York : 289-309, 337-350.
4. Fraser, D. A. 1958. The relation of environmental factors to flowering in spruce, K. V. Thiman. The physiology of forest trees. Ronald press, New York : 629-642.
5. 長谷川孝三. 1943. 林木種子의 活力에 關する 實驗的 研究. 帝林試報 4(3) : 142-151.
6. 北村次男. 1955. 카라마ツ種子의 豊凶と 氣象의 關係에 關하여. 造林技術研究. 長野局. 長野 : 109-113.
7. 坂口勝美, 伊藤清三. 1968. 造林 핸드ブック. 養賢堂. 東京 : 87-96, 160-168.
8. 高樋勇. 1950. 토드만結實의 豊凶と 氣象との 關係에 關하여. 日林誌 32 : 393-396.
9. 上田弘一郎. 1955. 스키의 開花結實, 佐藤彌太郎. 스키의 研究. 養賢堂. 東京 : 65-80.