

## 雌雄異株性 옻나무屬 3樹種의 自然集團에서 性比와 性間 生長量 및 空間的 分布<sup>1\*</sup>

金三植<sup>2</sup> · 李正煥<sup>2</sup> · 鄭載珉<sup>3</sup>

## Sex Ratios, Size and Growth Variation, and Spatial and Age Distribution between the Sexes in Natural Populations of Three Species of Dioecious *Rhus*(Anacardiaceae)<sup>1\*</sup>

Sam-Shik Kim<sup>2</sup>, Jeong-Hwan Lee<sup>2</sup> and Jae-Min Chung<sup>3</sup>

### 要 約

雌雄異株性으로서 우리나라에 自生하는 옻나무屬 6개 樹種 중 種子繁殖을 하는 개옻나무와 산검양옻나무, 그리고 種子繁殖보다는 주로 營養繁殖을 하는 붉나무의 自然集團에 있어서 性比와 암·수그루 個體의 크기, 生長量의 差異, 空間的 分布 및 年齡의 分布를 調査하여 이들 結果를 토대로 種間 및 種內 集團間 變異를 분석하였다. 3개 樹種에서 性比는 集團間에 다양한 變異가 있었으나 암그루의 數가 수그루에 비해 현저하게 많았으며, 붉나무의 性比는 개옻나무와 산검양옻나무에 비해 보다 낮은 結果를 보였다. 性間 個體의 크기와 生長量의 分析 結果 개옻나무와 산검양옻나무는 수그루가 암그루보다 有意적으로 우세하였으나, 붉나무는 有意적인 차이가 인정되지 않았다. 그리고 3개 樹種에서 모두 個體당 꽃피는 가지의 數와 가지당 花序의 數는 수그루가 많았으나, 個體당 가지의 數와 가지당 잎의 數, 花序 1개당 잎의 數는 암그루가 많았다. 이 結果는 수그루가 花粉의 供給을 위해, 암그루는 種子生産을 최대로 하기 위한 生殖의 노력으로 추정되었다. 그리고 개옻나무의 性間 空間的 分布에 대한 分析 結果 암·수그루 모두 任意分布를 하였으며, 稚樹들은 모수들 주변에서 集中分布의 경향을 보였다. 樹種別 年齡分布에 관한 分析 結果 種子로 繁殖하는 개옻나무와 산검양옻나무는 營養繁殖을 주로 하는 붉나무에 비해 어릴 때 開花하는 比率이 낮았으며, 成熟木들은 높은 年齡階級에 分布하는 比率이 높았다. 繁殖方法이 다른 두 group들은 選好하는 生育地가 다를 뿐만 아니라 性比와 性間 生長量에서도 서로 다른 結果를 보였는데, 이 結果들을 종합하면 두 group간에 性間 生殖과 營養生長에 대한 養分의 分配가 다를 것으로 추정되었다.

### ABSTRACT

Sex ratios, and patterns of tree size and growth variation, resource allocation, spatial and age class distribution between the sexes were investigated in natural populations of the sexual trees, *R. trichocarpa* and *R. sylvestris*, and the mainly asexual, clonal tree, *R. javanica* of the dioecious *Rhus* (Anacardiaceae) distributed in Korea. Sex ratios for three species exhibited a significant degree of female bias, but among the populations, sex ratios were seen to vary quite widely. The measurement of tree size and annual increment of male trees in *R. trichocarpa* and *R. sylvestris* were significantly higher

<sup>1</sup> 接受 1998年 2月 3日 Received on February 3, 1998.

<sup>2</sup> 경상대학교 산림과학부 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Faculty of Forest Science, Gyeongsang Nat'l Univ., Chinju, 660-701, Korea.

<sup>3</sup> 경상대학교 농어촌개발연구소 Institute of Agriculture & Fishery Development, Gyeongsang National University, Chinju, 660-701, Korea.

\* 이 논문은 1996년도 교육부 지원 한국학술진흥재단의 지방대육성과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

than those of female trees, but not significantly different in *R. javanica*. In all of the species, flowering branch number per individual and inflorescence number per branch of males outnumbered those of females. Branch number per individual, rachis(leaf) number per branch and rachis(leaf) number per inflorescence were more in females than in males. These results were considered as reproductive efforts to increase the pollen supply in males and the fruit production in females. Spatial distribution analysis in two different populations of *R. trichocarpa* indicated that males and females were randomly distributed in space, but seedlings were clumped around parental trees. Analysis of age class distributions between the sexual reproduction trees, *R. trichocarpa* and *R. sylvestris*, and the asexual, clonal tree, *R. javanica* showed a different distribution in frequencies of males and females in each age class. These results showed that sexual and asexual reproduction tree species had almost different preference of habitats, and different sex ratio and annual growth.

*Key words* : Anacardiaceae, Rhus, Dioecious, Sex ratio, Growth variation, Spatial distribution, Age class.

## 緒 論

雌雄異株 植物은 금세기 초기부터 Correns와 Hartmann, Goldschmidt와 같은 古典 遺傳學者들의 遺傳學 研究를 위한 좋은 材料가 되어 왔으며, 有性的 二型性(sexual dimorphism)이 잘 발달되어 있는 動物系보다 더 많은 관심을 갖게 되었다(Westergaard, 1958). 이러한 雌雄異株 植物은 일반적으로 草本類 보다 오히려 木本植物에서 더 많이 나타나고, 특히 熱帶地方 森林인 동남아시아의 熱帶雨林에 특히 많이 分布한다고 알려져 있다(Bullock, 1984; Bawa와 Opler, 1975; Opler와 Bawa, 1978; Thomas와 Lafrankie, 1993). 被子植物에 있어서 雌雄異株性은 많이 알려져 왔지만, 生態學 및 進化의 관점에서의 이해는 아직 부족한 상태이다(Bawa와 Opler, 1974). 지금까지 雌雄異株 植物들에 대한 주요 관심은 性決定과 性表現(Westergaard, 1953; Irish와 Nelson, 1989) 및 自然集團에서의 性比와 集團間 變異 pattern이었다(Martin, 1966; Bawa와 Opler, 1975; Opler와 Bawa, 1978; Thomas와 Lafrankie, 1993). 그러나 최근에 이 식물들의 진화와 적응의 이해를 위해 集團生物學의 방법을 통한 年齡別 集團構造(Bullock, 1982)와 性間 養分の 分配 pattern(Freeman 등, 1976; Agren, 1988), 生育地 環境에 따른 性比와 性間 生長의 變異(Andel 등, 1977; Sakai와 Burris, 1985; Korpelainen, 1994; Dawson과 Bliss, 1989)등 다양한 분야의 研究가 진행되어 왔다. 최근 들어 우리나라에서도 自生植物에 대한 集團 生物學의 研

究가 시도되고 있으며(Chung, 1995; Chung과 Kang, 1994), 특히 雌雄異株性으로서 우리나라에 널리 分布하고 있는 버드나무과와 윗나무과의 樹種들은 이 분야의 研究를 위한 좋은 材料가 될 것으로 사료된다.

윗나무과(Anacardiaceae)는 溫帶地方의 대표적인 雌雄異株植物로서, 우리나라에는 6種이 分布하고 있다. 그중 개윗나무와 붉나무는 우리나라의 고산지대와 일부 도서지역을 제외한 전 지역에 分布하고 있으며, 산검양윗나무는 溫帶南部地域에 포함되는 남·서해안과 도서지방에 自生하고 있다(鄭載珉, 1995). 이 3개 樹種들은 蟲媒로 受粉(entomophily)하며, 核果인 種子는 주로 그 무게에 의해 母樹주변에 떨어져서 繁殖하고, 일부는 새들의 먹이로 멀리까지 散布된다(鄭載珉과 金三植, 1997). 개윗나무와 산검양윗나무는 有性繁殖인 種子로만 繁殖하지만, 붉나무는 種子繁殖보다 주로 無性繁殖을 한다. 그리고 이 樹種들을 포함한 많은 윗나무屬 樹種들은 1次 遷移와 2次 遷移의 초기나 발전과정중에 先驅種으로 侵入하여 遷移系列을 가속화 시키거나 群落의 置換에 觸媒的 역할을 하는 중요한 樹種으로서(Doust와 Doust, 1988; Peterson and Facell, 1992), 특히 개윗나무와 산검양윗나무는 南部地方의 山林에 있어서 초기의 闊葉樹林이나 소나무林과 海松林에 侵入하여 闊葉樹林의 形成과 置換에 觸媒的 역할을 하며, 붉나무는 林道邊과 休耕地 등의 裸出地에 侵入하여 소나무林이나 闊葉樹林의 群落 形成에 寄與한다. 또한 이 樹種들은 다른 闊葉樹들과의 競爭에 약해 일찍 衰退하는 短命한 樹種이며, 안정된 闊葉樹林內에서 高齡의 大徑木들을

찾아보기 힘들다(鄭載珉과 金三植, 관찰자료).

따라서 본 研究는 이러한 生態的 특징을 지니고 있으면서 雌雄異株性인 闊나무屬 3개 樹種에 대해 集團生物學的 觀點에서 각 樹種의 自然集團에서 性比 變異와 雌·雄株間 個體의 크기와 生長量의 差異, 空間의 分布 및 年齡分布 pattern을 調查하여, 繁殖型이 다른 樹種間 및 種內 集團間 變異를 分析하고자 시도되었다.

材料 및 方法

1. 供試樹種

본 研究의 供試樹種은 闊나무科 6개 樹種 중 우리나라의 전 地域에 天然分布하고 있는 붉나무 (*Rhus javanica*)와 개웃나무(*R. trichocarpa*), 그리고 溫帶南部地方에만 국한되어 分布하는 산점양웃나무(*R. sylvestris*)를 대상으로 하였으며, 각 樹種別 自生集團중 自生地 주변의 환경을 고려하여 集團의 크기가 충분하고, 人爲的인 干涉이 없다고 판단되는 集團을 선정하였다(Table 1).

2. 研究 方法

1) 性比變異 調查

각 地域의 固定 標準地에서 樹種別 性比의 調查는 開花時期에 꽃을 肉眼으로 觀察한 후 암그루와 수그루, 그리고 꽃이 피지않는 個體를 구별하여 각각의 個體數를 조사하였다. 性比는 암그루 수에 대한 수그루의 比率로서 算出하였고, 각 樹種의 集團內 有意性を 검정하기 위하여  $\chi^2$ -test를 하였으며, 또한 集團間 및 集團內의 性比를 比較分析하였다.

2) 雌·雄株間 養分의 分配 및 生長量 推定

雌·雄株間 養分의 分配 推定은 지금까지 많은 植物種에서 研究된 바 있지만(Agren, 1988; Andel과 Vera, 1977; Bullock, 1984; Korpelainen, 1992), 본 研究에서는 대상 樹種들이 落葉小喬木이기 때문에 性別 個體의 樹齡과 樹高, 根元徑, 가지 數, 開花한 가지 數, 가지에서의 花序의 數, 가지에서의 叢葉柄數(잎의 數), 叢葉柄의 數(잎의 數)/花序를 측정하여 雌·雄株간의 生長量과 開花結實에 따른 養分의 分配를 비교 推定하

Table 1. Locations for natural populations of *Rhus*, three species sampled in this study

| Species                                    | Locations  | Habitats         |
|--|--|------------------|
| <i>Rhus trichocarpa</i>                    | A. Gazwa-dong, Chinju-city, Gyeongsangnam-do,    | Redpine forest   |
|  | B. Sangdae-dong, Chinju-city, Gyeongsangnam-do,  | Redpine forest   |
|  | C. Keumsan-myeon, Chinju-city, Gyeongsangnam-do, | Redpine forest   |
|  | D. Sun-dong, Dongrae-ku, Pusan-city,             | Deciduous forest |
|  | E. Konam-myeon, Taean-gun, Choongchungnam-do,    | Semideciduous "  |
| <i>R. sylvestris</i>                       | A. Sangdae-dong, Chinju-city, Gyeongsangnam-do,  | Redpine forest   |
|  | B. Samsan-myeon, Kogung-gun, Gyeongsangnam-do,   | Blackpine forest |
|  | C. Sun-dong, Dongrae-ku, Pusan-city,             | Deciduous forest |
|  | D. Konam-myeon, Taean-gun, Choongchungnam-do,    | Semideciduous "  |
|  | E. Chinseo-myeon, Buan-gun, Chonlabuk-do,        | Semideciduous "  |
|  | F. Pungyang-myeon, Kohung-gun, Chonlanam-do,     | Opened forest    |
|  | G. Kogun-myeon, Chindo-gun, Chonlanam-do,        | Opened forest    |
|  | H. Namwon-eup, Namcheju-gun, Cheju-do            | Evergreen forst  |
| <i>R. javanica</i>                         | A. Bumwang-ri, Hwagae-myeon, Hadong-gun,         | Forest-road side |
|  | Gyeongsangnam-do,                                |                  |
|  | B. Uisin-ri, Hwagae-myeon, Hadong-gun,           | Forest-road side |
|  | Gyeongsangnam-do,                                |                  |
|  | C. Keumsan-myeon, Chinju-city, Gyeongsangnam-do, | Semideciduous    |
|  | D. Gabuk-myeon, Guochang-gun, Gyeongsangnam-do,  | Opened forest    |
|  | E. Chinbu-myeon, Pyeongchang-gun, Gangwon-do,    | Road side        |
|  | F. Konam-myeon, Taean-gun, Choongchungnam-do,    | Road side        |
|  | G. Chinseo-myeon, Buan-gun, Chonlabuk-do,        | Opened forest    |
| H. Byeonsan-myeon, Buan-gun, Chonlabuk-do, | Opened forest                                    |                  |
| I. Sanghyo-dong, Soguipo-city, Cheju-do,   | Opened forest                                    |                  |

었다.

그리고 性間 生長量을 測定하기 위하여 각 地域과 集團에서 樹種別 10-15個體씩을 選拔한 후 地上 10cm部位에서 生長錐를 이용하여 木片(core)을 抽出하여 年輪幅을 測定하거나, 年輪幅의 測定이 불가능할 경우에 圓板을 採取하여 4방위에서 測定한 값을 平均하여 年間 生長量을 산출한 후 雌·雄株間 生長量을 *t*-test를 통하여 比較分析하였다.

### 3) 雌·雄株間 空間的 및 年齡 分布

개옻나무의 自然集團들 중 대표적인 두 集團을 選拔하여 20×20m의 方形區를 설치하고 方形區내에 出現하는 전 個體들에 대해 雌, 雄株 및 稚樹, 樹高와 直徑의 크기로 推定된 母樹들의 위치를 각각 XY축 座標上에 mapping한 후 分布樣相을 圖式化하였다. 그리고 암그루와 숫그루 및 치수, 꽃피지 않은 個體들간의 平均距離를 다음 公式에 의해서 산출하였다.

$$D = \sqrt{s/n} \quad (s; \text{單位面積}, n; \text{個體數})$$

年齡分布 調査는 供試한 3개 樹種의 自然集團들 중 生態적으로 안정되었다고 판단된 集團을 1개씩 선정한 후 출현하는 전 個體들에 대해 암그루와 숫그루, 稚樹로 구분하여 年齡과 樹高, 根元徑을 測定하였다. 年齡의 測定은 稚樹에 대해서는 마디수로, 成熟木에 대해서는 花序나 果柄의 흔적이 나타난 마디수를 정확하게 관찰하여 年齡을 算出하였으며, 마디수로 年齡 측정이 불가능한 個體들은 生長錐를 이용하여 木片을 추출하여 나이테의 數로서 年齡을 算出하였다. 각 樹種에 대하여 年齡階級別로 암·수그루와 稚樹의 個體數를 比較分析하였으며, 2년생 미만의 個體들은 3개 樹種에서 모두 開花하지 않았기 때문에 稚樹로 간주하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 性比의 變異

우리나라에 自然分布하고 있는 옻나무屬 3개 樹種에 대하여 性間 및 集團間 性比의 變異를 比較 분석하기 위하여 自然集團에서 性比를 調査한 結果는 Table 2와 같았다. 性比의 調査는 開花期에 암꽃과 수꽃에 대한 花器構造의 관찰을 통해서만 가능하였고, 開花期 외에는 Crawford와

Balfour(1983)의 버드나무屬에 대한 研究結果와 같이 性間的 잎과 줄기의 形態的인 차이는 거의 발견할 수 없었다. 그러나 開花期 이후에는 숫그루의 경우 1년생 가지 일부분의 葉腋에 花序가 떨어진 뚜렷한 흔적이 남아 있었으며, 암그루의 경우 成熟중이거나 成熟한 果實이 달려 있기 때문에 識別이 가능하였다. 開花하지 않은 成熟木에 대해서도 2년생 가지에 나타난 花序와 果柄의 흔적이 뚜렷하여 雌, 雄個體의 識別이 가능하였다.

5개 集團에서 調査한 개옻나무의 性比(male/female)는 4개 集團이 0.57-0.71로서 암그루가 수적으로 우세하였으나, 1개 집단은 1.17로서 숫그루가 다소 우세하였다. 그리고 산검양옻나무 또한 8개 集團에서 모두 0.28-0.93로서 기대치인 1(1:1)에 크게 미치지 않고 암그루에 편중된 결과를 보였다. 9개 集團에서 調査한 붉나무도 모두 0.33-0.71범위로서 개옻나무와 산검양옻나무에 비해서는 낮았으나 암그루의 수가 많은 結果를 보였다. 3개 樹種에서 모두 대부분의 集團에서 암그루에 편중된 性比를 보였으며, 集團間에 有意的인 變異를 보였으나, 統計적으로 기대치인 1:1과 有意성이 인정되지 않는 集團이 많았다. 그러나 種內 集團間 性比는 전체의 17-45%를 차지하고 있는 開花하지 않은 성숙한 個體들에 의해 많은 變異가 있을 것으로 판단되었다. 그리고 開花하지 않은 성숙한 個體들의 수는 매년 開花期의 일기변동과 전년의 開花率과 結實率에 따라 開花가 결정되기 때문에(Doust와 Doust, 1988; Thomas와 Lafrankie, 1993), 한 集團에 대해서 매년의 稚樹發生量 및 枯死率과 함께 이에 대한 連차적인 研究가 필요할 것으로 사료된다. 그리고 일반적으로 雌雄異株性 被子植物에 있어서 1:1의 性比가 기대되지만, Lloyd(1974)와 Melampy와 Howe(1977), Crawford와 Balfour(1983), Nunney(1985) 등은 自生地의 局地的 環境에 適應하기 위하여 보다 많은 種子生産과 숫그루들 사이의 受粉競爭을 줄이기 위하여 암그루에 우세하게 편중된 性比를 갖는다고 보고하여 본 研究의 結果와 일치하는 경향이었으나, Waser(1984)와 Korpelainen(1994)은 實驗的 研究에서, 그리고 Opler와 Bawa(1978), Thomas와 Lafrankie(1993)은 熱帶林의 雌雄異株植物들에 대한 調査에서 숫그루가 상대적으로 우세하다고 하였으며, Elmqvist 등(1988)은 버드나무類 集團

**Table 2.** Sex ratios, and not-flowering and seedling number in natural populations of *Rhus*, three species sampled. Deviations from unity in the ratios were tested by chi square(1 df)

| Species               | Population <sup>a</sup> | Female | Male | Not-flowerings | Total | Ratio Male/Female | $\chi^2$ | Seedlings | Dead Indl's <sup>b</sup> | Area (m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|-------------------------|--------|------|----------------|-------|-------------------|----------|-----------|--------------------------|------------------------|
| <i>R. trichocarpa</i> | A                       | 59     | 36   | 23             | 118   | 0.61              | 5.57*    | 32        | 5                        | 800                    |
|                       | B                       | 17     | 12   | 6              | 35    | 0.71              | 0.86     | 25        | -                        | 400                    |
|                       | C                       | 46     | 54   | 26             | 126   | 1.17              | 0.64     | 39        | 4                        | 400                    |
|                       | D                       | 8      | 5    | 6              | 19    | 0.63              | 0.69     | 3         | -                        | 100                    |
|                       | E                       | 7      | 4    | 6              | 17    | 0.57              | 0.82     | 18        | -                        | 600                    |
| Total                 | 5                       | 140    | 134  | 83             | 357   | 0.96              | 0.13     | 352       | 21                       |                        |
| <i>R. sylvestris</i>  | A                       | 37     | 22   | 29             | 88    | 0.59              | 3.81     | 53        | -                        | 400                    |
|                       | B                       | 35     | 19   | 38             | 92    | 0.54              | 4.74*    | 78        | 12                       | 400                    |
|                       | C                       | 36     | 10   | 27             | 73    | 0.28              | 14.70**  | 21        | 15                       | 200                    |
|                       | D                       | 14     | 13   | 21             | 48    | 0.93              | 0.04     | 12        | -                        | 600                    |
|                       | E                       | 17     | 5    | 12             | 34    | 0.29              | 6.55*    | 12        | -                        | 600                    |
|                       | F                       | 17     | 9    | 21             | 47    | 0.53              | 2.46     | 45        | -                        | 450                    |
|                       | G                       | 15     | 13   | 15             | 43    | 0.87              | 0.14     | 42        | -                        | 900                    |
|                       | H                       | 11     | 7    | 13             | 31    | 0.64              | 0.89     | 29        | -                        | 100                    |
| Total                 | 8                       | 182    | 98   | 258            | 540   | 0.54              | 25.20**  | 210       | 27                       |                        |
| <i>R. javanica</i>    | A                       | 7      | 5    | 7              | 19    | 0.71              | 0.33     | 1         | 5                        | 100                    |
|                       | B                       | 40     | 13   | 35             | 88    | 0.33              | 13.76**  | 189       | 12                       | 2,000                  |
|                       | C                       | 10     | 4    | 13             | 57    | 0.40              | 2.57     | 47        | -                        | 600                    |
|                       | D                       | 23     | 13   | 17             | 54    | 0.57              | 2.78     | 36        | 3                        | 900                    |
|                       | E                       | 18     | 7    | 19             | 44    | 0.39              | 4.84*    | 20        | 7                        | 500                    |
|                       | F                       | 12     | 8    | 14             | 34    | 0.67              | 0.80     | 28        | -                        | 600                    |
|                       | G                       | 10     | 4    | 9              | 23    | 0.40              | 2.57     | 13        | -                        | 600                    |
|                       | H                       | 10     | 6    | 11             | 27    | 0.60              | 1.00     | 17        | -                        | 800                    |
|                       | I                       | 9      | 5    | 12             | 26    | 0.56              | 1.14     | 33        | -                        | 600                    |
| Total                 | 9                       | 139    | 65   | 272            | 455   | 0.47              | 26.84**  | 256       | 27                       |                        |

<sup>a</sup> listed in Table 1.      <sup>b</sup> indicates individuals.  
 \* 0.01 < P < 0.05.      \*\* 0.001 < P < 0.01.

에 있어서 버드나무類를 加害하는 食葉性 齧齒類의 密度와 生育地 土壤의 乾濕 정도에 따라서 性比는 유의적으로 變한다고 보고하였고, Grant와 Mitton(1979)은 *Populus tremuloides*의 性比는 海拔이 높아짐에 따라 암그루에서 숫그루로 편중된다고 보고함으로써 雌雄異株植物에서의 性比는 대상식물의 生殖의 특징과 局地的 環境因子들에 의해 많은 變異가 일어날 수 있음을 제시하였다. 또한 대상 樹種들의 繁殖과 種子形態와 같은 生殖의인 특징도 性比의 결정에 중요한 영향을 미칠 수 있음(Martin, 1966 ; Korpelainen, 1994)을 고려해 볼 때, 개울나무와 산검양울나무는 완전히 種子繁殖을 하며 새나 동물들에 의해 멀리 이동하는 것(endozoochore or epizoochore) 보다 種子 무계에 의해 母樹의 가까운 주변에 떨어져서 (clitochore) 繁殖하는 樹種인 반면, 붉나무는 種

子繁殖 보다는 주로 營養繁殖을 하며, 극히 드물게 새들에 의해서 種子가 멀리 퍼져서 繁殖하므로(鄭載珉과 金三植, 관찰자료), 이들 因子들에 의한 性表現의 變異를 구명하기 위해서는 實驗的 및 個體群統計學(demography)的 方法(Cook, 1983 ; Hoffmann와 Allende, 1984)의 研究가 수반되어야 할 것으로 판단된다.

**2. 雌·雄株間 養分의 分配 및 生長量 推定**

供試한 3개 樹種의 각기 다른 集團에서 集團內 性間 個體들의 크기와 生長量의 差異, 養分의 分配를 분석한 結果는 Table 3에서 보는 바와 같이, 根元徑과 樹高는 3개 樹種에서 모두 숫그루가 다소 높은 값을 보여 直徑生長에서 뿐만 아니라 樹高에서도 숫그루가 암그루보다 다소 빠르게 生長하는 경향을 보였으나, 有意的인 차이는 인

**Table 3.** Comparisons of size, growth differences between the sexes in each different population for three dioecious, *Rhus* species

| Sex                       | Species                |                        |                        |                       |                        |                       |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
|                           | <i>R. trichocarpa</i>  |                        | <i>R. sylvestris</i>   |                       | <i>R. javanica</i>     |                       |
|                           | Female<br>(n=59)       | Male<br>(n=36)         | Female<br>(n=37)       | Male<br>(n=22)        | Female<br>(n=23)       | Male<br>(n=13)        |
| Age                       | 12.153±0.277           | 11.778±0.407           | 5.487±0.369            | 5.227±0.389           | 8.478±0.628            | 9.077±0.684           |
| Basal Diameter(cm)        | 2.558±0.125            | 2.642±0.216            | 2.573±0.193            | 2.881±0.298           | 3.178±0.226            | 3.200±0.279           |
| Height(m)                 | 3.041±0.096            | 3.136±0.161            | 2.887±0.234            | 3.057±0.340           | 2.978±0.209            | 3.169±0.207           |
| Branch No./Tree           | 3.712±0.138            | 3.694±0.188            | 3.962±0.616            | 3.782±0.764           | 6.348±0.564            | 6.083±0.782           |
| Flowering Branch No./Tree | 2.083±0.135            | 2.722±0.229            | 2.634±0.351            | 2.829±0.682           | 4.012±0.593            | 5.146±0.980           |
| Rachis(Leaf) No./Branch   | (n=218)<br>7.789±0.128 | (n=132)<br>7.553±0.156 | (n=116)<br>9.483±0.820 | (n=76)<br>8.901±1.336 | (n=89)<br>10.888±0.271 | (n=76)<br>7.132±0.222 |
| Infl's* No./Branch        | (n=49)<br>2.735±0.297  | (n=97)<br>4.516±0.656  | (n=65)<br>3.147±0.435  | (n=48)<br>3.690±0.572 | 1.000                  | 1.000                 |
| Rachis(Leaf) /Infl's*     | 2.848                  | 1.673                  | 3.013                  | 2.412                 | 10.888                 | 7.132                 |

\* Abbreviation of inflorescences.

정되지 않았다. 그리고 個體당 가지의 數는 3개 樹種에서 모두 암그루가 수그루보다 많았으나, 個體당 開花한 가지의 數는 수그루가 많았다. 또한 가지당 叢葉柄(잎의 數)의 數는 3개 樹種 모두 암그루가 수그루보다 많았으며, 특히 불나무는 3개 이상의 차이를 보였다. 가지당 花序의 數는 개울나무와 산검양울나무의 경우에 수그루가 보다 많았는데, Bullock(1984)은 *Chamaedorea ernesti-augusti*에 대한 研究에서, 그리고 Doust와 Doust(1988)은 *Rhus typhina*에서 암그루에 비해 수그루의 花序數가 많았다고 보고하였으며, 이는 수그루들 간에 보다 많은 花粉을 공급하기 위한 競爭과 수그루의 生殖의 노력으로 추정하였다. 그리고 불나무는 암수個體 모두 가지당 頂生하는 1개의 花序만 달려 있었으며, 아주 드물게 2개씩 달린 花序가 발견되었는데 본 조사에서는 제외하였다. 또한 Doust와 Doust(1988)은 *Rhus typhina*에 대한 研究結果 꽃피는 가지당 잎의 數는 암그루가 유의적으로 많았다고 보고하였으며, 본 研究에서도 가지당 叢葉柄의 數(잎의 數)와 花序 1개당 산출된 叢葉柄(잎의 數)의 數는 3개 樹種 모두 암그루가 수그루에 비해 상대적으로

매우 높은 값을 보였는데(Table 3), 이상의 結果에서 추론해 볼 때 암그루는 보다 많은 種子生産에 필요한 養分の 공급을 위해 많은 잎이 필요한 것으로 판단되었다.

그리고 樹種別로 서로 다른 두 集團에서 암그루와 수그루의 나이테 幅을 측정하여 年間 生長量을 분석한 結果(Table 4), 개울나무와 산검양울나무는 두 集團에서 모두 수그루가 암그루보다 유의적으로 높은 生長率을 보였다. Table 3과 Table 4의 結果는 Shea 등(1993)이 *Nyssa aquatica*의 수그루는 營養生長을 위해 암그루보다 많은 養分을 分配한다는 結果와 일치하였으며, 有性生殖을 하는 雌雄異株 植物에 있어서 암그루는 種子生産을 위한 生殖生長에 많은 養分을 分配하기 때문에 수그루에 비해 營養生長率은 낮을 것이라는 假說을 부분적으로 지지하였다. 그러나 Grant와 Mitton(1979), Sakai와 Burris(1985)는 clonal繁殖을 主로 하는 *Populus tremuloides*에 대한 研究結果가 이 假說을 지지하지 못했다고 하였으며, Korpelainen(1994)도 clonal繁殖을 主로 하는 *Rubus chamaemorus*의 研究에서 이 假說과 상반된 結果를 보고하여, 有性的 繁殖보다

**Table 4.** Comparisons of annual growth by measuring annual radial growth increment for three species of *Rhus* sampled

| Species                 | Population* | Sex    | Annual growth**<br>(mm/year) | t - test |         |
|-------------------------|-------------|--------|------------------------------|----------|---------|
|                         |             |        |                              | t        | Prob> t |
| <i>Rhus trichocarpa</i> | A           | Female | 0.851 ± 0.053                | -2.5281  | 0.0318  |
|                         |             | Male   | 1.075 ± 0.071                |          |         |
|                         | B           | Female | 1.467 ± 0.082                | -2.4113  | 0.0351  |
|                         |             | Male   | 1.823 ± 0.123                |          |         |
| <i>R. sylvestris</i>    | C           | Female | 1.540 ± 0.062                | -3.0187  | 0.0074  |
|                         |             | Male   | 1.819 ± 0.123                |          |         |
|                         | D           | Female | 1.765 ± 0.046                | -2.6845  | 0.0187  |
|                         |             | Male   | 2.151 ± 0.145                |          |         |
| <i>R. javanica</i>      | E           | Female | 2.633 ± 0.169                | -1.5313  | 0.1479  |
|                         |             | Male   | 2.960 ± 0.131                |          |         |
|                         | F           | Female | 1.651 ± 0.089                | -1.1302  | 0.2725  |
|                         |             | Male   | 1.918 ± 0.248                |          |         |

\* For each tree species sampled, population locations indicate

A ; Keumsan-myeon, Chinju-city, Gyeongsangnam-do, B ; Sangdae-dong, Chinju-city, Gyeongsangnam-do, C ; Dogye-dong, Changwon-city, Gyeongsangnam-do, D ; Sangdae-dong, Chinju-city, Gyeongsangnam-do, E ; Uisin-ri, Hwagae-myeon, Hadong-gun, Gyeongsangnam-do, F ; Gabuk-myeon, Guochang-gun, Gyeongsangnam-do.

\*\* Values are mean ± S.E.

clonal繁殖을 주로 하는 樹種들은 生殖生長보다 營養生長에 많은 노력을 할 가능성을 제시하였다. Table 4의 結果 중 clonal繁殖을 주로 하는 붉나무는 다른 두 樹種에 비해 두 集團에서 모두 性間 生長量에 있어서 유의성이 인정되지 않았으며, 이러한 有性的 生殖과 營養的 生長間的 關係를 구명하기 위해 보다 구체적인 研究가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

### 3. 雌·雄株間 空間的 및 年齡分布

개웃나무의 自然集團들 중 안정되었다고 판단되는 대표적인 두 集團을 選拔하여, 각각 20×20m 거리의 方形區를 설치하고 암그루와 숫그루 및 稚樹들과 樹高와 直徑의 크기로서 母樹로 추정되는 個體들의 空間的 分布樣相을 分析하고자 出現하는 전 個體들을 표시하여 XY座標上에 거리별로 mapping하여 분석하였으며, 각 個體들간의 平均距離를 算出한 結果, Fig. 1과 Table 5에서 보는 바와 같이 암그루와 숫그루는 두 集團에서 모두 任意分布의 樣相을 보였으며, 性間에도 두 集團에서 모두 고르게 분포하는 경향이었던, Sakai와 Oden(1983)은 *Acer saccharinum*의 集團에 대한 研究에서 같은 性的 個體들과 비슷

한 크기의 個體들은 集中分布를 한다고 하여 본 研究結果와 상반된 견해를 보였다. 그리고 稚樹는 集團內 局所地域에 集中分布하는 경향을 보였으며, 母樹로 추정되는 개체들도 두 集團에서 모두 任意分布를 하였다. 性間에 空間的 隔離은 다른 性을 갖는 個體들간에 경쟁을 줄일 수 있기 때문에 選拔에서 유리하다(Bierzychudek와 Eckhart, 1988)는 假說하에, Shea 등(1993)은 *Nyssa aquatica*의 性間 空間的 分布에 관한 研究에서 암그루와 숫그루는 任意分布하지만 生育地의 質的인 차이에 따라 性間 空間的 隔離가 다소 일어난다고 하였으며, Meagher(1980) 또한 *Chamaelirium luteum* 대한 空間的 分布에 관한 研究結果 다른 性的 個體들 보다 같은 性을 갖는 個體들간에 가깝게 이웃한다고 제시하여 이 假說을 부분적으로 지지하는 경향이었던. 그러나 Bawa와 Opler(1977)는 많은 雌雄異株植物에 있어서 암수 個體들은 任意分布를 한다고 하였으며, 任意分布는 種子와 花粉의 적절한 散布를 위해 유리한 分布 방식이라고 하여 이 假說과 다른 의견을 제시하였다.

3개 樹種의 自然集團들 중 대표적인 集團을 選拔하여 구성 個體들의 年齡階級的 分布를 조사한

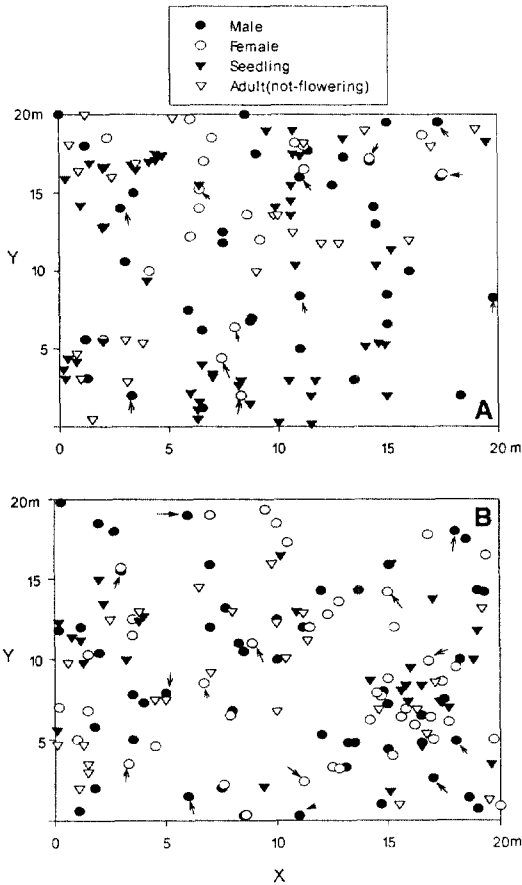


Fig. 1. Spatial distributions of male and female trees in two different populations(A and B) of *Rhus trichocarpa*. Arrows indicate parent trees directly observed by tree size in each population.

Table 5. Mean distances among male, female, seedling and not-flowering trees of two different populations(A and B) mapped in Fig. 1.

| Populations | Male            | Female          | Seedling        | Not-flowering   |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A           | (N=35)<br>0.571 | (N=20)<br>1.000 | (N=53)<br>0.377 | (N=23)<br>0.870 |
| B           | (N=51)<br>0.392 | (N=44)<br>0.455 | (N=29)<br>0.690 | (N=26)<br>0.769 |
| Mean        | 0.482           | 0.728           | 0.534           | 0.820           |

結果(Fig. 2.), 성숙한 個體이나 年齡이 낮은 階級에서는 숫그루가 많았으나, 年齡이 높아질수록

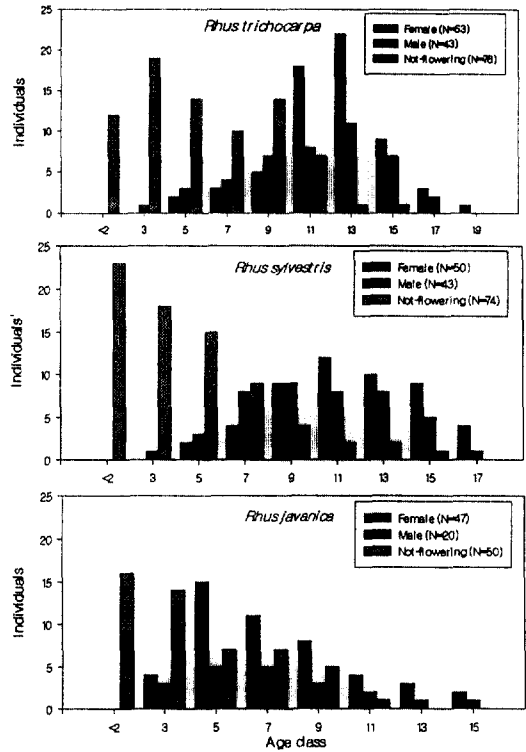


Fig. 2. Age class distributions of male, female and not-flowering trees in typical populations for *Rhus*, three species. Individuals under two years old indicate seedlings.

암그루의 數가 많아지는 경향을 보였으며, 특히 개옻나무와 산검양옻나무의 경우 3-4년생에서 숫그루가 開花를 하는 반면 암그루는 5-6년생부터 開花하는 個體들의 比率이 높았는데, 이러한 結果는 Thomas와 Lafrankie(1993)가 雌雄異株植物에 있어서 開花하는 個體들의 頻度와 그 個體의 크기는 集團內 性比를 결정하는 중요한 因子이며, 동남아시아의 熱帶雨林에서 2屬의 樹種들을 조사한 結果 숫그루는 암그루보다 크기가 작을 때 開花하여 보다 크게 生長하였다는 結果와 부분적으로 일치하였다. 그러나 營養繁殖을 주로 하는 불나무는 개옻나무와 산검양옻나무에 비해 상반된 結果로서 암수 모두 5-9년생의 낮은 年齡에서 開花하는 個體들의 比率이 높았으며, 年齡이 높은 個體들의 比率이 낮았다. 이러한 結果는 불나무의 生育地가 Table 1에서 보는 바와 같이 개옻나무나 산검양옻나무와는 달리 林道邊이나 裸出地 같은 햇볕이 잘 드는 곳을 選好하고



다른 植生들과의 경쟁에 뒤져 일찍 枯死하기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 結果를 요약하면, 性比의 변이는 3樹種에서 모두 集團間에 다양한 變異가 있었으나, 암그루의 數가 숫그루에 비해 현저하게 많았다. 그리고 性間 個體의 크기와 生長量의 分析 結果 개울나무와 산검양울나무는 숫그루가 암그루보다 有意的으로 우세하였으나, 붉나무는 有意的인 차이가 인정되지 않았다. 그리고 3개 樹種에서 모두 個體당 꽃피는 가지의 數와 가지당 花序의 數는 숫그루가 많았으나, 個體당 가지의 數와 가지당 叢葉柄의 數(잎의 數), 花序 1개당 필요한 잎의 數는 암그루가 많았는데, 숫그루는 보다 많은 花粉의 供給을 위해, 그리고 암그루는 種子生産에 필요한 많은 양분의 공급을 위한 生殖의 노력으로 추정되었다. 그리고 개울나무의 性間 空間의 分布에 대한 分析 結果 암·숫그루 모두 任意 分布를 하였으며, 稚樹들은 모수들 주변에서 集中 分布하는 경향을 보였다. 樹種別 年齡 分布에 관한 分析 結果 種子로 繁殖하는 개울나무와 산검양울나무는 營養繁殖을 주로 하는 붉나무에 비해 開花하는 年齡이 늦었으며, 成熟木들은 높은 年齡階級에서 分布하는 比率이 높았다. 繁殖方法이 다른 두 group들은 選好하는 生育地가 다를 뿐만 아니라 性比와 性間 生長量에서도 서로 다른 結果를 보였는데, 이 結果들을 종합하면 두 group간에 性間 生殖과 營養生長에 대한 養分の 分配가 다를 것으로 추정되었다.

引用 文 獻

1. 鄭載珉. 1995. 韓國產 울나무과의 地理的 天然 分布와 種의 特徵. 東洋資源植物學會 8 : 165-173.
2. 鄭載珉·金三植. 1997. 韓國產 울나무屬 果實과 種子 및 花序의 分類學的 再考. 韓國林學會誌 86 : 288-300.
3. Agren, J. 1988. Sexual Differences in Biomass and Nutrient Allocation in the Dioecious *Rubus chamaemorus*. Ecology 69 : 962-973.
4. Andel, J.V. and F. Vera. 1977. Reproductive Allocation in *Senecio sylvaticus* and *Chamaenerion angustifolium* in relation to Mineral Nutrition. J. Ecology 65 : 747-758.

5. Bawa, K.S. and P.A. Opler. 1975. Dioecism in tropical forest trees. Evolution 29 : 167-179.
6. Bierzychudek, P. and V. Eckhart. 1988. Spatial segregation of the sexes of dioecious plants. The American Naturalist 132 : 34-43.
7. Bullock, S.H. 1984. Biomass and nutrient allocation in a neotropical dioecious palm. Oecologia 63 : 426-428.
8. Chung, M.G. and S.S. Kang. 1994. Genetic variation and population structure in Korean populations of *Eurya japonica* (Theaceae). Amer. J. Bot. 81 : 1077-1082.
9. Chung, M.G. 1995. Spatial genetic structure among Korean populations of *Eurya japonica* and *E. emarginata* (Theaceae). Ann. Bot. Fennici 32 : 233-237.
10. Cook, R.E. 1983. Clonal plant populations. American Scientist 71 : 244-253.
11. Crawford, R.M.M. and J. Balfour. 1983. Female predominant sex ratios and physiological differentiation in arctic willows. J. of Ecology 71 : 149-160.
12. Dawson, T.E. and L.C. Bliss. 1989. Patterns of water use and the tissue water relations in the dioecious dhrub, *Salix arctica* : the physiological basis for habitat partitioning between the sexes. Oecologia 79 : 332-343.
13. Doust, J.L. and L.L. Doust. 1988. Modules of production and reproduction in a dioecious clonal shrub, *Rhus typhina*. Ecology 69 : 741-750.
14. Elmqvist, T., L. Ericson, K. Danell and A. Salomonson. 1988. Latitudinal sex ratio variation in willows, *Salix* spp., and gradients in vole herbivory. OIKOS 51 : 259-266.
15. Freeman, D.C., L.G. Klikoff and K.T. Harper. 1976. Differential resources utilization by the sexes of dioecious plants. Science 193 : 597-599.
16. Grant, M.C. and J.B. Mitton. 1979. Elevation gradients in adult sex ratios and sexual differentiation in vegetative growth rates of *Populus tremuloides* Michx. Evolution 33 :

- 914-914.
17. Hoffmann, A.J. and M.C. Alliende. 1984. Interactions in the patterns of vegetative growth and reproduction in woody dioecious plants. *Oecologia* 61 : 109-114.
  18. Irish, E.E. and T. Nelson. 1989. Sex determination in monoecious and dioecious plants. *The Plant Cell* 1 : 737-744.
  19. Kang, H. 1995. Gender variation in relation to resource allocation in *Ambrosia artemisiifolia*. *Korean J. Ecol.* 18 : 231-241.
  20. Korpelainen, H. 1992. Patterns of resources allocation in male and female plants of *Rumex acetosa* and *R. acetosella*. *Oecologia* 89 : 133-139.
  21. Korpelainen, H. 1994. Sex ratios and resource allocation among sexually reproducing plants of *Rubus chamaemorus*. *Annale of Botany* 74 : 627-632.
  22. Lloyd, D.G. 1974. Female-predominant sex ratios in angiosperms. *Heredity* 32 : 35-44.
  23. Martin, F.W. 1966. Sex ratio and sex determination in *Dioscorea*. *The J. of Heredity* 57 : 95-99.
  24. Meagher, T.R. 1980. Population biology of *Chamaelirium luteum*, a dioecious lily. I. spatial distributions of males and females. *Evolution* 34 : 1127-1137.
  25. Melampy, M.N. and H.F. Howe. 1977. Sex ratio the tropical tree *Triplaris americana* (Polygonaceae). *Evolution* 31 : 867-872.
  26. Nunny, L. 1985. Female-biased sex ratios : Individual or group?. *Evolution* 39 : 349-361.
  27. Opler, P.A. and K.S. Bawa. 1978. Sex ratios in tropical forest trees. *Evolution* 32 : 812-821.
  28. Peterson, C.J. and J.M. Facell. 1992. Contrasting germination and seedling growth of *Betula alleghaniensis* and *Rhus typhina* subjected to various amounts and types of plant litter. *Amer. J. of Bot.* 79 : 1209-1216.
  29. Sakai, A.K. and N.L. Oden. 1983. Spatial pattern of sex expression in silver(*Acer saccharium* L.) : Morisita's index and spatial autocorrelation. *The American Naturalist* 122 : 489-508.
  30. Sakai, A.K. and T.A. Burris. 1985. Growth in male and female aspen clones : A twenty-five-year longitudinal study. *Ecology* 66 : 1921-1927.
  31. Shea, M.M., P.M. Dixon and R.R. Sharitz. 1993. Size differences, sex ratio, and spatial distribution of male and female water tupelo, *Nyssa aquatica* (Nyssaceae). *Amer. J. of Bot.* 80 : 26-30.
  32. Thomas, S.C. and J.V. LaFrankie. 1993. Sex, size, and interyear variation in flowering among dioecious trees of the Malayan Rain Forest. *Ecology* 74 : 1529-1537.
  33. Waser, N.M. 1984. Sex ratio variation in populations of a dioecious desert perennial, *Simmondsia chinensis*. *OIKOS* 42 : 343-348.
  34. Westergaard, M. 1958. The mechanism of sex determination in dioecious flowering plants. *Advances in Genetics* 9 : 217-281.