

# 冠岳山の 高度에 따른 진달래와 철쭉꽃의 開花와 開葉時期

金 俊 鎬·柳 炳 泰

(서울大學校 自然科學大學 植物學科)

## On the Flowering and Leafing Time of *Rhododendron mucronulatum* and *R. schlippenbachii* along Elevation at Mt. Kwanak

Kim, Joon-Ho and Beung Tae Ryu

(Department of Botany, Seoul National University, Seoul)

### ABSTRACT

Phenological developments, flowering and leafing times of *Rhododendron mucronulatum* and *R. schlippenbachii* along elevation were studied at Mt. Kwanak, 629m high above the sea level, in Seoul. Flowering and leafing time of the former were delayed at the rate of 2.3~3.3 days and those of the latter were of 2.0~3.0 days per 100m ascent. Phenological changes of both plant species were closely correlated with minimum air temperature first, and then soil water content and minimum soil temperature among the climatic factors. Phenological difference caused by altitude and slope direction(southeast-northwest) among the topographic factors was admitted at the high significance level, but the difference by ridgevalley was little.

### 緒 論

地形의 高度는 복합적 환경요인으로 작용하기 때문에 식물의 花歷學의 反應에 큰 影響을 미친다(Miller, 1979). Geiger(1961)와 Kaneko(1965)는 고도에 따른 수목의 開葉期를, Went(1953), Lindsey and Newman(1956) 및 Larcher(1980)는 開花期와 開葉期에 영향을 미치는 환경요인을 연구하였다.

본 연구에서는 冠岳山의 高度, 斜面方位 및 陵線-溪谷部에 따라 진달래(*Rhododendron mucronulatum* Turcz.)와 철쭉꽃(*R. schlippenbachii* Max.)의 개화 및 개엽시기의 차이를 조사하고, 이들의 화력학적 반응에 영향을 미치는 주요 환경요인을 밝혔다.

### 調査地 概況

冠岳山은 한반도의 중부지방에 위치하며 (37°25'~37°27' N, 126°55'~127°00' E), 해발 629m이다(Fig. 1). 調査地所는 Fig. 1의 점선에 따라 南東과 北西斜面의 능선부와 계곡부에서 고도 100m 간격으로 선정되었다.

남동사면에는 소나무(*Pinus densiflora*)림이, 북서사면에는 신갈나무(*Quercus mongolica*)림이, 그리고 능선부에는 소나무-신갈나무(*P. densiflora*-*Q. mongolica*)림이 우점한다. 이들 삼림의 임상에는 진달래와 철쭉꽃 그리고 조록싸리(*Lespedeza maximowiczii*), 참싸리(*L. cyrtobotrya*) 및 생강나무(*Lindera obtusiloba*) 등이 생육한다(Yi, 1972).

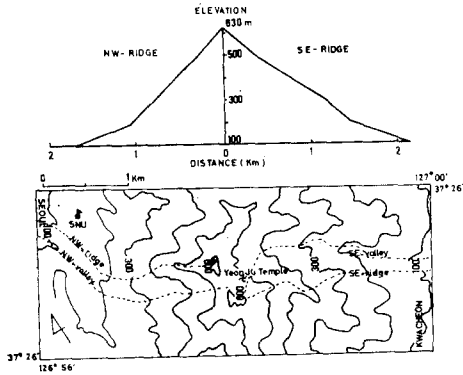


Fig. 1. Topographic profile map of the study area at Mt. Kwanak, Seoul. Dotted lines indicate the sampling courses.

調査 方法

**微氣候 要因** 1984. 4. 15. ~5. 20. 사이 남동사면의 능선부에 고도 100m 定點마다 최고최저온도계를 지상 50cm와 지하 10cm에 각각 설치하고, 2일 간격으로 온도를 기록하였다. 토양함수량은 1984. 4. 10. 에 각 코스스의 정점에서 지면 5cm 깊이의 토양을 채취하여 측정하였다.

**標準植物의 選定** 1984. 3. 중 4코스에서 고도 100m마다 5개체의 표준식물을 선정하여 標識하였다. 표준식물을 선정하는 기준은 다음과 같다. (1) 남동사

면은 正南의 비탈면에서, 북서사면은 正北의 비탈면에서, (2) 각 정점마다 가급적 넓은 범위에 걸쳐, (3) 老幼植物을 제외한 健全한 식물개체들을 선정하였다.

**開花 및 開葉期の 判定** 꽃눈과 잎눈이 열리기 시작하여 완전히 퍼질 때까지의 과정을 5단계로 구분하고, 격일로 조사지소를 순회하면서 각 표준식물의 개화 및 개엽 단계를 기록하였다. 각 개체의 개화일 및 개엽일의 판정기준은 모든 花芽 또는 葉芽중의 50%가 滿開하였을 때로 하였다.

**統計處理** 수집한 자료의 分散分析은 Hicks(1973)의, 多重回歸分析은 Kim and Kohout(1975)의 방법을 따랐다.

結果 및 論議

**高度에 따른 微氣候要因의 變化** 고도에 따른 最低氣溫의 변화는 측정일에 따라 번이가 컸지만 實測한 平均氣溫 遞減率(lapse rate)은 100m마다 0.49°C이었다(Fig. 2). 평균기온 체감률은 열역학적으로 고도 100m마다 건조대기에서는 1°C, 습윤대기에서는 0.3°C씩 저하하는 것을 감안할 때 조사지의 낮은 습윤대기쪽에 가까웠다.

最低地溫은 측정일에 따라 번이가 작았지만 고도 100m 간격의 지온 체감률은 0.69°C이었다. 고도 100m와 600m 정점의 최저기온과 최저지온의 격차는 각각

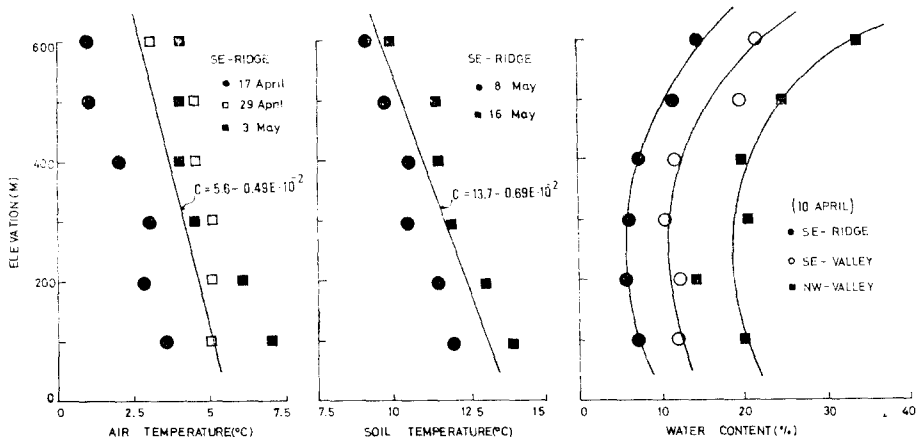


Fig. 2. Changes of minimum air-(left) and soil-temperature(middle) and soil water content (right) with altitude at Mt. Kwanak.

2.5와 3.5°C이었다.

고도에 따른 토양함수량의 변화는 남동사면의 능선부와 계곡부 그리고 북서사면의 계곡부에서 모두 200~300m 정점에서 적고 100m와 500~600m 정점에서 많아서 포물선 곡선을 보였다(Fig. 2). 고도에 따른 토양함수량의 포물선 모양의 곡선은 일사량과 수분증발량변화에서도 Miller(1979)에 의해 지적되었다. 그러나 고도에 따른 토양함수량 변화가 북서사면의 능선부에서 일정한 경향을 보이지 않았는데, 그 이유는 이곳의 지표면이 岩盤으로 덮혀 있는 것과 관계가 있을

것이다.

**高度와 植物季節 變化** 고도가 높아짐에 따라 진달래의 개화와 개엽시기, 철쭉꽃의 개화와 개엽시기는 比例的으로 늦어졌고, 遲延日數는 회귀직선상에서 양호한 直線性을 보였다(Fig. 3). 직선회귀식에 의해서 두 식물의 지연일수를 계산한 결과, 고도 100m당 진달래의 개화시기는 2.3~3.2일, 개엽시기는 2.3~3.3일, 철쭉꽃의 개화는 2.0~2.7일 그리고 그 개엽은 2.0~3.0일이었다(Table 1). 밤나무의 개엽시기도 고도 100

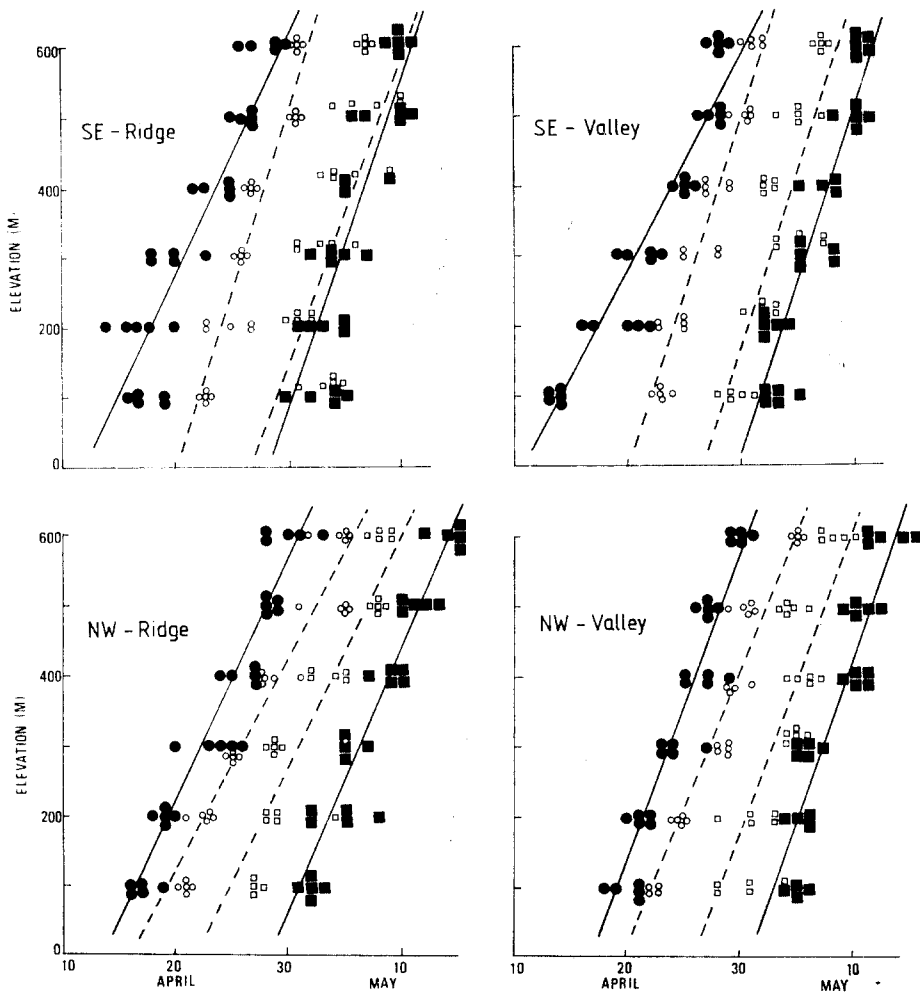
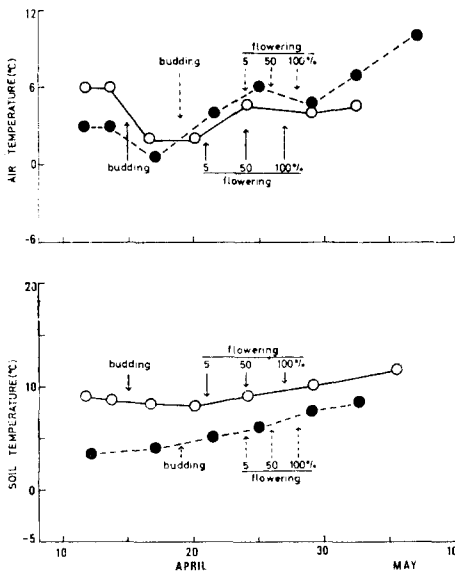


Fig. 3. Altitudinal changes of flowering and leafing times of *Rhododendron mucronulatum* and *R. schlippenbachii* grown at the different slope directions of Mt. Kwanak. Flowering(●) and leafing(○) of *R. mucronulatum* and flowering(■) and leafing(□) of *R. schlippenbachii*.

**Table 1.** Regressions of *Rhododendron mucronulatum* and *R. schlippenbachii* along elevation depicted in Fig. 3. F; flowering, L; leafing and E; elevation(m)

	<i>R. mucronulatum</i>	<i>R. schlippenbachii</i>
SE-ridge		
Flowering	$F = 1.7 + 3.0E \cdot 10^{-2}$	$F = 18.4 + 2.2E \cdot 10^{-2}$
Leafing	$L = 10.4 + 2.0E \cdot 10^{-2}$	$L = 16.6 + 2.3E \cdot 10^{-2}$
SE-valley		
Flowering	$F = 1.1 + 3.2E \cdot 10^{-2}$	$F = 19.4 + 2.0E \cdot 10^{-2}$
Leafing	$L = 10.2 + 2.0E \cdot 10^{-2}$	$L = 16.5 + 2.0E \cdot 10^{-2}$
NW-ridge		
Flowering	$F = 3.4 + 3.0E \cdot 10^{-2}$	$F = 18.3 + 2.7E \cdot 10^{-2}$
Leafing	$L = 5.8 + 3.3E \cdot 10^{-2}$	$L = 11.9 + 3.0E \cdot 10^{-2}$
NW-valley		
Flowering	$F = 6.9 + 2.3E \cdot 10^{-2}$	$F = 20.9 + 2.1E \cdot 10^{-2}$
Leafing	$L = 9.7 + 2.5E \cdot 10^{-2}$	$L = 16.0 + 2.3E \cdot 10^{-2}$



**Fig. 4.** Changes of minimum air-(above) and soil-temperature (below) at 400m elevations of NW-ridge(●) and SE-ridge(○) during the flowering of *R. mucronulatum*.

m당 3~5일씩 늦어진다(Kaneko, 1965).

고도 100m와 600m 정점 간의 지연일수 차는, 북서사면 능선부의 경우, 진달래의 개화와 개엽은 다같이 13일이고, 철쭉꽃의 개화와 개엽은 각각 12일과 11일

이었다. 그러나 100m와 200m 사이에는 지연일수에 차가 거의 없었다.

**斜面方位와 植物季節變化** 남동사면과 북서사면의 고도 400m 정점에서 진달래의 개화와 개엽시기를 비교한 결과, 꽃봉오리가 열리는 시기(budding)는 남동사면이 북서사면보다 4일 빨랐지만 5%개화(flowering)는 3일, 50%개화는 2일, 100% 滿開은 1일만 빨랐다(Fig. 4). 즉 꽃봉오리가 열리는 시일부터 만개까지의 일수는 남동사면은 12일, 북서사면은 9일이 소요되었다. 이처럼 북서사면에서 개화소요일수가 단축된 이유는 남동사면의 최저기온(밤의 최저기온)이 북서사면의 것보다 꽃봉오리가 열리기까지는 높았으나 그 이후부터는 역전되었기 때문으로 보인다(Fig. 4). 조사기간 중 주간 최고기온은 북서사면보다 남동사면에서 높았는데도 북서사면에서 일수가 단축된 것으로 보아 밤의 최저기온이 개화와 개엽에 더 깊이 영향을 미치는 것으로 생각된다. Larcher(1980)도 최저기온의 변화가 춘계의 개화와 개엽시기를 결정한다고 보고하고 있다.

한편, 400m 고도의 最低地溫은 남동사면이 북서사면보다 계속 높았으나 그 차가 점차 줄어들었다.

**微氣候要因의 影響** 두 식물의 개화 및 개엽시기와 미기후요인 사이의 상관관을 알아본 결과 최저기온과 최저지온과는 負의 相關이, 토양습수량과는 正의 相關

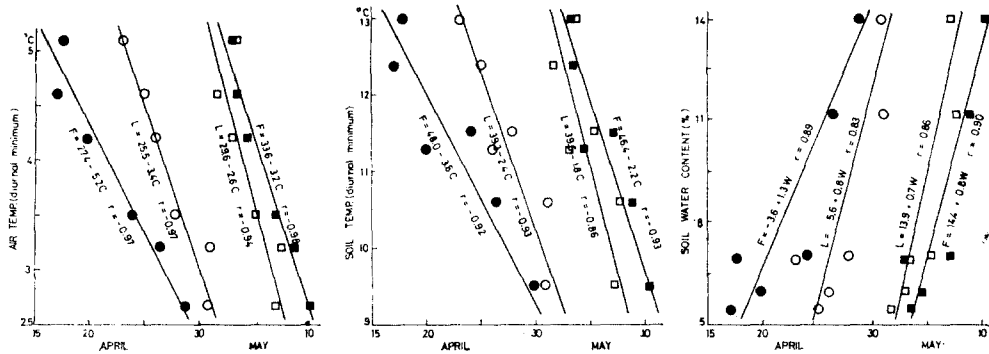


Fig. 5. Relationships between flowering-leafing of *Rhododendron mucronulatum* and *R. schlippenbachii* and different environmental factors: air minimum temperature(left), soil minimum temperature(middle) and soil water content(right). Flowering(●) and leafing(○) of *R. mucronulatum*, flowering(■) and leafing(□) of *R. schlippenbachii*.

Table 2. Partial correlation coefficients calculated from multiple regression analysis. F; flowering, L; leafing, A; air minimum temperature, S; soil minimum temperature, W; water content of soil, R<sup>2</sup>; coefficient of determination

	Air minimum temperature	Soil minimum temperature	Water content of soil
<i>R. mucronulatum</i>			
flowering	0.8137* (F=10.03-5.14A+1.14S+0.50W, R <sup>2</sup> =0.9801, p<0.05)	0.2602*	0.6210*
leafing	0.5945* (L=22.45-3.27A+0.14S+0.11W, R <sup>2</sup> =0.9451, p<0.10)	0.0036	0.0583
<i>R. schlippenbachii</i>			
flowering	0.9635** (F=22.60+3.21A+0.74S+0.31W, R <sup>2</sup> =0.9966, p<0.01)	0.6909**	0.9086**
leafing	0.6031* (L=16.81-3.21A+1.11S+0.28W, R <sup>2</sup> =0.9205, p<0.25)	0.2289	0.3240

\*p=0.05, \*\*p=0.01

이 나타났다(Fig. 5). 이들 사이의 상관계수(r=0.83~0.98)가 높은 것으로 보아 위의 세 가지 기후요인이 모두 植物季節變化와 깊히 관련되어 있음을 짐작할 수 있다. 이 중에서 어느 환경요인이 식물의 계절변화와 더 깊이 관련되어 있는지를 알아보기 위하여 多重回歸分析을 하여 部分相關係數(partial correlation coefficient)를 산출하였다(Table 2). 두 식물의 개화시기에 대한 위 세 기후요인의 부분상관계수는 모두 유의수준 5% 이상에서 유의성이 있었지만 개엽시기에 대한 것은 최저기온만 유의성이 있었다. 즉 開花時期는 최저기온, 최저지온 및 토양함수량 등 모두와, 開葉時期는

최저기온만 밀접하게 상관되어 있음이 인정되었다. 어느 환경요인이 식물계절변화와 높은 상관을 보였다고 해서 그 요인을 직접적인 영향요인으로 단정할 수는 없고, 최소한 그 요인이 직접영향요인과 관련되어 있음을 나타낸다. 세 요인중에서 최저기온이 두 식물의 계절변화에 가장 깊은 영향을, 토양함수량과 최저지온이 그 다음으로 영향을 준 것으로 보인다. 개화시기에 미치는 온도의 영향이 일사량이나 강수량보다 훨씬 크며(Went, 1953; Lindsey and Newman, 1956), 특히 최저기온은 식물계절변화와 깊은 상관을 가지며(Geiger, 1961), 어느 일정 閾值 이상되어야 개화와 개엽이 시

**Table 3.** Analysis of variance for the flowering times of *Rhododendron mucronulatum* and *R. schlippenbachii*

Source of variation	Degrees of freedom	<i>Rhododendron mucronulatum</i>				<i>Rhododendron schlippenbachii</i>			
		Flowering		Leafing		Flowering		Leafing	
		SS	F	SS	F	SS	F	SS	F
Slope direction(S)	1	126	56**	18	15**	85	43**	15	6*
Elevation(E)	5	2,258	201***	1,692	284***	1,222	124***	852	66**
Ridge-valley(R)	1	7	3	5	4*	5	3	0	0
S-E interaction	5	24	2	81	14**	31	3*	55	4*
S-R interaction	1	3	1	8	6*	0	0	62	24**
E-R interaction	5	28	3*	47	8**	16	2	121	9**
S-E-R interaction	5	68	6*	32	5**	28	3*	76	6**
Error	96	216		114		189		246	

\*p=0.05, \*\*p=0.01, \*\*\*p<0.01.

작된다는 사실이 이미 밝혀져 있다(Larcher, 1980).

多重直線回歸式에서 두 식물의 개화에 대한 決定係數( $R^2$ )는 0.98 이상으로 유의성이 높았지만( $p<0.05$ ), 개엽에 대한  $R^2$ 은 0.95 이하로 낮았다( $p>0.10$ ). 즉 개화시기는 위의 세 기후요인으로 설명되지만, 개엽시기는 불충분하므로 다른 환경요인이 고려되어야 할 것이다.

**地形要因의 影響** 개화와 개엽시기에 미치는 地形要因(고도, 사면방위 및 능선부-계곡부)의 영향을 밝히기 위하여 두 식물의 계절변화에 대한 分散分析을 하였다(Table 3). 두 식물 모두 개화시기에는 高度差가 가장 높은 有意性( $p<0.01$ )을 보였고, 다음에 사면방위(남동-북서) 사이의 差( $p=0.01$ )이었지만, 능선부-계곡부의 차는 유의성이 없었다. 개엽시기도 고도 차 사이에 유의성이 가장 높았고 다음이 사면방위이었으며, 각 요인간에도 강한 상호작용이 있었다.

### 摘 要

冠岳山(해발 629m)에서 고도에 따른 진달래와 철쭉꽃의 개화와 개엽시기를 세 기후요인 및 세 지형요인을 관련시켜 분석하였다. 고도 100m씩 높아짐에 따라 진달래의 개화 및 개엽은 2.3~3.3일, 철쭉꽃은 2.0~3.0일씩 늦어졌다. 두 식물의 개화와 개엽시기는 기후요인 중에서 최저기온과 가장 높은 상관관계를 보였으며 그 다음 토양습수량, 최저기온순이었다. 지형요인

중에서 고도와 사면방위에 의한 두 식물의 계절변화의 차이는 높은 유의수준에서 인정되었으나 능선부-계곡부에 의한 유의차는 없었다.

### 引用文獻

- Geiger, R.(1961). Das Klima der bodennahen Luftschicht. 4th ed. Braunschweig, Vieweg.
- Hicks, C.R.(1973). Fundamental concepts in the design of experiments. 2nd ed. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Kaneko, T.(1965). Altitudinal changes in the leaf activities of trees on Mt. Hakkōda. Ecological Review, 16 : 181~187.
- Kim, J.O. and F.J. Kohout. (1975). Multiple regression analysis: Subprogram regression. In Statistical package for the social sciences(SPSS), Nie, N.H. et al.(eds.). McGraw-Hill Book Company, New York, pp.320~367.
- Larcher, W.(1980). Physiological plant ecology, 2nd ed. Springer-Verlag, New York, p.65 only.
- Lindsey, A.A. and J.E. Newman. (1966). Use of official weather data in spring time-temperature analysis of an Indiana phenological record. Ecology, 37 : 812~823.
- Miller, P.C.(1979). Quantitative plant ecology. In Analysis of ecological systems, Horn, D.J. et

- al.*(eds.). Ohio State Univ. Press, Columbus, pp. 179~223.
- Went, F.W.(1953). The effect of temperature on plant growth. *Ann. Rev. of Plant Physiol.* **4** : 347~358.
- Yi, B. G.(1972). A phytosociological study of the forest communities on Mt. Kwanak, Seoul. *Korean J. Bot.*, **15** : 1~12.
- (1985年 2月 12日 接受)