

회양목의 生理的 特性과 葉色變化에 關한 研究

하유미 · 강양희 · 심경구 · 김용기

成均館 大學校 農科大學 造景學科

Studies on the Physiological and Ecological Characteristics of Korean Boxwood(*Buxus microphylla* var. *koreana* Nakai)

Ha, Yoo-Mi · Kang, Yang-Hee · Shim, Kyung-Ku · Kim, Yong-Ki

Dept. of Landscape Architecture, Sung Kyun Kwan Univ.

Summary

This study was carried out to compare physiological characteristics of winter green cultivar (*Buxus microphylla* var. *koreana* 'Hanlim') with those of native cultivar and elucidate the effect of environmental factors such as light intensity, time of shading, and nutrients etc. on leaf color in Korean boxwood (*Buxus microphylla* var. *koreana* Nakai). The results are summarized as followed :

The 'Hanlim' cultivar had higher contents of chlorophyll as compared with native cultivar from September, 1989 to March, 1990. However, at April, 1990, native cultivar had higher chlorophyll contents. In the rate of photosynthesis, 'Hanlim' cultivar was higher than native cultivar from September to December, 1989, but showed the opposite trend from March to April, 1990. As to the period of browning, 'Hanlim' cultivar had stayed green even after November 22, 1989, while the foliage of native cultivar turned yellowish brown color through the winter.

The contents of nitrogen and potassium of 'Hanlim' cultivar were higher than those of the native cultivar. However native cultivar had higher rate of phosphorus, magnesium, and calcium.

In the effect of environmental factors such as light intensity, time of shading, and nutrients etc. on leaf color in Korean boxwood (*Buxus microphylla* var. *koreana* Nakai), chlorophyll contents were increased with shading and leaves grown 70% shading had twice as much as those of full sunlight, fertilized plot. Nutrient fertilization increased chlorophyll contents and values of color in boxwood too. In the shading times, early shading time maintained effectively green color of boxwood in winter.

Therefore, in case of native cultivars, it has planted at full sunlight area until now and color of leaves turned yellowish brown color through the winter. However, it will maintain green color of leaves by planting at shade area. In addition to, as 'Hanlim' cultivar had benefits of maintaining green color of leaves during winter, it will be planted at full sunlight area to landscape plants.

緒 論

韓國에 널리 分布하고 있는 韓國 自生 회양목은 庭園의 울타리나 잔디밭의 경계용으로 많이 植栽되고 있다. 회양목은 常綠 灌木으로서 조밀한 가지와 밀도 높은 잎들을 갖고 있다. 또한 耐寒性이 강하고 전정에 의한 해가 적으며 生長이 느리기 때문에 매우 가치 있는 庭園用 灌木으로 이용되고 있다.^{8,21)} 그러나 회양목은 常綠性이나 가을의 低溫과 단일에 의해 잎이 褐變되었다가 봄에 다시 綠色으로 변하게 되는 短點을 지니고 있다. 또한 1979년에 Rehder and Wilson¹⁹⁾은 회양목의 학명을 *Buxus microphylla* var. *koreana* Nakai에서 *Buxus sinica* var. *insularis* Nakai으로 변경하였으나 아직 널리 사용되고 있지는 않다. 한편 美國의 자생 회양목은 耐寒性이 약하기 때문에 韓國 自生種인 회양목을 導入하여 이용하고 있으며, 더우기 褐變되는 短點을 補完하기 위해 겨울의 低溫기에도 褐變되지 않는 冬季 常綠性 品種을 이미 選拔 育成하였다. 미국의 Raintree Farms Inc.와 Zelenka evergreen Nursery Inc와 Bailey Nurseries Inc. 등의 會社에서는 冬季 常綠性 品種으로 'Wintergreen Korean boxwood'과 'Winterbeauty Korean boxwood'^{8, 12)}을 그리고 *Buxus microphylla* var. *koreana* Nakai X *Buxus sempervirens*의 교잡으로 육종된 'Green Gem', 'Green Mountain', 'Green Mound' 그리고 'Green Velvet'이 있으며 'Tide Hill'과 'Winter Green' 등과 같은 겨울 常綠性 品種들이 造景 樹木으로 이용되고 있다.^{8,14,24,25)} 우리나라에서는 겨울에 잎이 褐變되지 않는 겨울 常綠性 品種 '韓林'을 沈²²⁾이 選拔 育成하여 조경 수목으로 이용하고 있다.

植物體의 잎의 褐變은 光과 溫度가 크게 작용을 하며 가을의 低溫과 短日은 葉組織內 葉綠素 파괴를 촉진하게 되고 褐變을 유도하게 된다. 그러나 저光度 하에서 자란 식물체는 비교적 낮은 光度에서 광포화가 일어나며 매우 낮은 光度에서도 光合成을 할 수 있으므로 광보상점이 상당히 낮아지게 된다고 하며 이는 植物體가 低光度下에서 光合成을 효율적으로 하기 위한 적응의 결과라고 한다.^{9, 2, 5)}

따라서 본 研究는 우리나라에 自生하고 있는 既存의 褐變 회양목과 겨울에 잎이 褐變하지 않는 常綠性 회양목 '韓林'의 生理的 特性을 比較하고 또한 既存의

褐變 회양목을 遮光과 無機營養分의 施肥가 회양목의 葉色變化에 미치는 影響을 살펴보고자 하였다.

材料 및 方法

成均館 大學校 묘포장에 植栽된 5년생 既存 회양목과 5년생 常綠性 회양목 '韓林'을 공시 재료로 하여 본 실험을 실시하였다.

1. 既存 褐變 회양목과 常綠 회양목 '韓林'의 生理的 特性 比較

1) 葉綠素 含量

葉綠素 含量 分析은 1990년에서 1991년에 걸쳐 실시 하였으며 既存의 褐變 회양목과 常綠性 회양목 '韓林'의 잎을 2g씩 채취한 후 증류수로 몇번 헹구고 유발에 넣어 적당량의 80% acetone을 가해 유봉으로 완전히 마쇄하였다. 이 액을 여과시킨 후 잔사에 다시 80% acetone을 가해 100ml로 정용한 후 UV-double beam spectrophotometer로 흡光度를 측정하였다.

2) 光合成能 測定

光合成 能力 測定은 투명 아크릴제 측정용 chamber 내에 既存과 常綠 '韓林' 회양목을 pot에 沈은 다음 집어 넣어 개체당 光合成 능력을 측정하였다. chamber안의 공기는 compressor를 이용하여 외기를 흡입시켜 사용하였으며 IR-gas analyzer로 흡입되는 외기중의 CO₂양과 배출되는 CO₂양을 측정하고 양자간의 CO₂含量차와 공기중의 유입량을 이용하여 光合成 能力을 計算하였으며, 그 計算式은 다음과 같다.

$$APS = \frac{44}{22.4} \times \frac{C_1 - C_2}{106} \times \frac{273}{273 + T} \times \frac{100}{Q} \times \frac{1}{LA}$$

APS : apparent photosynthesis speed.

44 : molecular weight (g / mol) of CO₂.

22.4 : volume (l / mol) of gas of 1 mol under standard condition.

C₁ : CO₂ concentration (ppm) at the point of the inlet of chamber.

C₂ : CO₂ concentration (ppm) at the point of

the outlet of chamber.

T : temperature(°C) of the air under measuring state.

LA : leaf area(cm) which is put in the chamber.

여기서 光合成 能力의 단위는 $mgCO_2 / dm^2 / hr$ 로 나타내었다. 조명은 700W metal halide lamp로서 지름 40cm의 lighting area를 形成하고 lamp 50cm 아래의 수평면이 받는 조사량은 대략 70Klux 정도였다. Lamp로부터 발생하는 열을 제거하기 위해 lamp 바로 아래 열흡수 유리가 부착되었으며 光度는 lamp와 동화 상간의 거리로 0-60Klux까지 조정하고, 呼吸量은 chamber를 검은 비닐로 씌운 암조건하에서 측정하였다. chamber내의 온도는 光合成의 최적 온도인 25°C로 조절되었다.

3) 葉의 變色 測定

葉色の 變色時期 測定으로 1989년 9월부터 1990년 4월까지 color difference meter를 이용하여 測定하였으며 葉色 정도는 lightness(L), redness와 greeness(a), yellowness와 blueness(b)를 測定하였다.

4) 葉中 無機營養 分析

無機營養 分析으로는 N, P, K, Ca, Mg 등을 조사하였으며 P, K, Ca, Mg는 ternary solution을 이용하여 濕式 分解한 후 phosphorus는 ammonium meta-vanadate method를 이용하여 測定했으며, potassium과 magnesium과 calcium은 atomic absorption spectrophotometer를 이용하였다. Nitrogen은 micro-Kjedahl method와 automatic nitrogen analyzer를 사용하여 分析하였다.¹⁶⁾

2. 遮光 및 施肥가 既存 회양목의 葉色 變化에 미치는 影響

본 실험은 1990년 6월부터 1991년 2월까지 成均館 大學校 묘포장에 植栽된 5년생 既存 회양목을 공시 재료로 이용하여 무기영양분의 施肥와 遮光이 葉色 變化에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

1) 遮光率과 無機營養素 施肥

遮光率 및 施肥가 회양목의 葉色 變化에 미치는 影響에 관한 실험으로 1990년 6월5일에 실시되었으

며 遮光率은 55%, 70%으로 크기는 2.5×2×1.5m로 묘포장에 설치하였으며 차광구의 반은 미원 복합비료 10-12-11을 120kg / 300평씩 처리하였다. 또한 차광막은 1991년 2월에 除去하였다. 조사 항목은 3개월 후부터 葉綠素 含量, 葉色 變化를 조사하였다.

2) 遮光 時期와 無機營養素 施肥

遮光 時期는 70%는 차광막을 이용하여 6월5일, 7월5일, 8월5일로 3차에 걸쳐 실시하였으며 차광구의 크기는 2.5×2×1.5m로 설치하였으며 차광구의 반은 미원 복합비료 10-12-11을 120kg / 300평씩 처리하였다. 또한 차광막은 1991년 2월에 除去하였다. 조사 항목은 3개월 후부터 葉綠素 含量, 葉色 變化를 조사하였다.

3. 陽地와 陰地植栽가 회양목의 葉色 變化에 미치는 影響

1988년 3년생 회양목을 陽地(건물의 남쪽벽 앞)와 陰地(북쪽벽 뒤)에 植栽된 후 회양목의 葉色 變化를 살펴보고자 하였으며 남쪽벽 앞은 아침 8시부터 일몰때까지 햇빛이 비치는 반면 북쪽벽 뒤는 일출부터 일몰까지 그늘 상태를 유지하여 햇빛이 들지 않았다. 또한 북쪽벽 뒤의 차광율은 85%였다.

施肥는 퇴비와 석회를 混用하여 實施하였다.

結果 및 考察

1. 既存 褐變 회양목과 常綠性 회양목 '韓林'의 生理的 特性 比較

1) 葉綠素 含量

그림 1은 既存의 褐變 회양목과 '韓林' 품종의 時期 별 葉綠素 含量을 비교한 것으로 '韓林' 품종의 총 葉綠素 含量이 높은 것을 볼 수 있으며 두 품종 공히 12월까지의 감소하며 이듬해 봄에는 증가하는 경향을 보였으나 4월에는 품종 공히 감소 하였다.

既存 회양목의 총 葉綠素 含量은 10월을 제외하면 1.0미만으로 가을의 저온과 단일 조건으로 인하여 葉綠素가 많이 파괴된 것으로 사료되며 이는 '韓林' 품종의 잎조직의 두께가 520um로 既存 회양목의

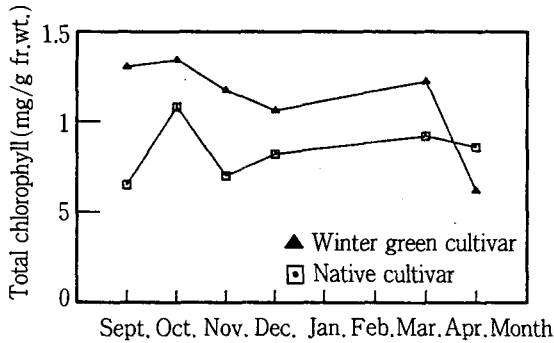


Fig 1. Total chlorophyll contents in both native winter brown cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood.

420um보다 두꺼워 단일과 저온의 불량한 환경에도 적응할 수 있는 반면 既存 품종은 불량 환경에 의해 葉綠素가 파괴된 것으로 사료된다. 또한 Anderson¹⁾은 일반적으로 葉綠素는 겨울에는 감소하고 봄에는 증가한다고 하여 본 결과와도 일치하였으며 4월의 葉綠素 감소는 강한 햇빛으로 인한 photo oxidation으로 葉綠素가 파괴된 것으로 추정되며 수분 부족 또한 葉綠素의 합성을 지연시키고 합성 葉綠素를 파괴시킨 것으로 사료된다.

4월의 총 葉綠素 含量이 既存 품종으로 높은 것은 휴면타파로 인한 enzyme activity가 증가되어 葉綠素 합성이 촉진된 것으로 사료된다. 겨울에 '韓林' 품종의 葉綠素 含量이 감소하였으며 Perry¹⁸⁾에 의하면 많은 常綠性 식물들이 겨울에 퇴색되는 이유는 저온에 의해 葉綠素가 파괴되기 때문이라고 보고하였으며, 沈²⁰⁾은 낙엽 활엽수의 葉綠素 含量은 첫서리가 내린 후에 급격히 감소한다고 보고하였다.

2) 光合成 特性 比較

동계에 既存의 褐變 회양목과 '韓林' 품종의 光合成 량을 살펴보면 9월에는 葉綠素 含量이 낮았던 既存 회양목의 光合成 량이 낮으며 呼吸量은 높은 것을 볼 수 있으며[그림 2] 11월의 경우 既存 회양목은 光보상점을 넘지 못하고 있으며 이때부터 光合成 작용은 급격히 떨어지고 휴면에 돌입하는 것을 볼 수 있다[그림 3]. 12월에는 두 품종 공히 光보상점을 넘지 못하고 있어 光合成 능력은 미미하며 常綠性 품종인 '韓林'은 既存에 비해 光合成 작용을 많이 하여 겨울에도 生長을 하는 것으로 사료 된다[그림

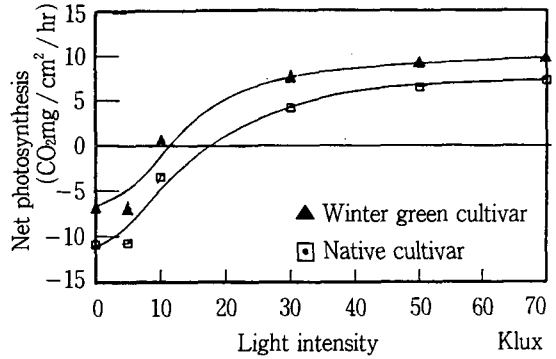


Fig 2. Net photosynthesis in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Sep. 1989.

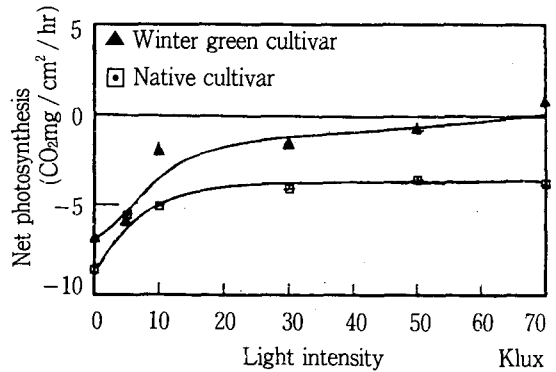


Fig 3. Net photosynthesis in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Nov. 1989.

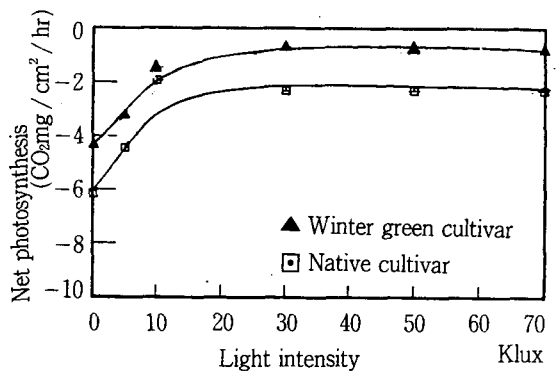


Fig 4. Net photosynthesis in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Dec. 1989.

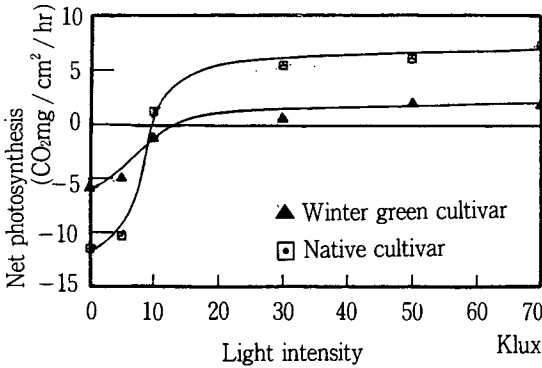


Fig 5. Net photosynthesis in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Mar. 1990.

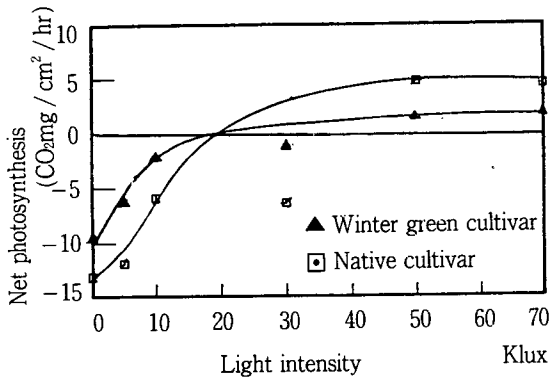


Fig 6. Net photosynthesis in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Apr. 1990.

4). 그러나 3월과 4월의 光合成량을 살펴보면(그림 5, 6) 既存 회양목이 '韓林' 품종보다 光合成량이 높은 것을 볼 수 있으며 이는 봄의 고온과 장일로 인해 휴면이 타파되고 또한 모든 enzyme activity가 증가되어 光合成 작용이 활발한 것으로 사료된다. 또한 4월의 光合成량이 3월보다 낮고 呼吸量이 증가하는 것은 高温과 높은 일사량 그리고 수분부족 등 불량한 환경에 기인한 것으로 추정되며 높은 일사량은 photo oxidation을 일으켜 葉綠素를 파괴시키고 고온으로 인해 O₂ / CO₂의 용해도가 급격히 증가되어 광호흡이 증가되고 또한 ATP, NADPH의 생성이 저하되어 RUBP의 形成이 억제되기 때문이다.¹⁾ 또한 그림 1에 나타난 4월의 수분부족은 光合成 능력을 저하시키는데 이는 葉綠素 생성 저해와 CO₂ 고정 작용 저해 그리고 효소 활성 저하 등의 직접적인 영향에 기인한다.²⁾

3) 葉色 變化 特性

'韓林' 품종은 다소의 증감은 있으나 red와 green을 나타내는 a값이 -값을 나타내어 常綠을 유지하는 반면 既存 회양목은 11월 22일을 기점으로 +값을 나타내어 붉은색을 띄는 것을 볼 수 있으며[표 1] 이는 늦가을의 저온과 단일에 의해 葉綠素가 파괴되면서 carotenoids계통의 색소들이 표면으로 나타나기 때문이다.^{1, 2)} 그러나 이듬해 3월에는 既存 회양목도 -값을 나타내어 푸른색을 띄기 시작하며 4월에는 '韓林' 품종 보다 높은값을 나타내어 더욱 푸른것을 볼 수 있으며 이는 葉綠素 含量과 光合成량과도 일치

Table 1. Comparisons of leaf color difference between native winter brown cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood.

Cultivars	Value of color	Date					
		Nov. 1	Nov. 13	Nov. 22	Dec. 18	Mar. 12	Apr. 15
native	L(Lightness) ^z	27.5	39.6	39.2	18.9	45.2	27.3
winter brown	a(Red-green) ^y	-6.4	-2.4	0.4	2.9	-1.7	-7.2
	b(Yellow-blue) ^x	8.9	13.0	14.7	4.5	24.0	12.5
Winter green	L(Lightness)	29.2	34.2	38.1	19.7	21.2	23.5
	a(Red-green)	-5.9	-5.6	-6.3	-3.8	-3.4	-4.5
'Hanlim'	b(Yellow-blue)	7.2	11.8	14.9	1.3	11.2	12.5

^zL : Lightness ; Black=0, White=100.
^ya : Red-green ; Red=+100, Green=-80.
^xb : Yellow-blue ; Yellow=+70, Blue=-70.

하는 것으로 나타났다. 그러나 '韓林' 품종은 a값에 있어 다소의 증감은 있으나 큰變化는 없어 일년내내 푸르름을 유지하는 것을 알 수 있다.

명도를 나타내는 L값에 있어 12월18일을 기점으로 두 품종 공히 큰 폭으로 감소하는 것을 볼 수 있으며 이듬해 봄에 다시 급격하게 증가하였다. 이는 겨울의 저온에 의해 常綠性인 '韓林' 품종의 葉綠素가 파괴됨에 따라 색이 퇴색되고 既存의 褐變 품종 역시 색이

퇴색되어 L값이 급격히 감소되었다. yellow와 blue를 나타내는 b값도 역시 12월을 기점으로 급격히 감소되었다가 3월에 증가되었다. Perry¹⁸⁾는 많은 常綠性 식물들이 겨울에 다소 퇴색하는 이유는 저온에 의해 葉綠素가 파괴되기 때문이라고 하여 본 결과와 일치하였다.

사진 1은 '韓林' 품종과 既存회양목을 1월에 촬영한 것으로 '韓林'은 눈속에서도 常綠을 유지하는 것을



Photo 1. Comparisons of wintergreen cultivar 'Hanlim' (A) and native cultivar(B) of korean boxwood in February, 1990.

볼 수 있으며 지난 85년부터 90년 사이의 최저 극기온 $-11.4^{\circ}\text{C} \sim -20.1^{\circ}\text{C}$ 에서도 常綠을 유지하고 동해를 입지 않아 내한성이 강한 것을 볼 수 있다.

4) 葉中 無機營養素 含量 變化

N, P, K, Ca, Mg 공히 10월 25일을 기점으로 급격히 감소하는 경향을 나타내며 이는 저온에 뿌리활력의 감소로 추정되며 N, P, K 등은 '韓林' 품종에서 높은 함량을 나타냈다(그림 7, 8, 9). Oland¹⁷⁾에 의하면 사과나무의 경우 3-4주의 노화기간 중인 앞에서

주요 영양소인 질소가 52%, 인산 27%, 칼륨이 36% 감소하였고 마그네슘은 거의變化가 없고 칼슘은 18% 증가하였다고 보고하였다. 또한 Grigal¹⁰⁾은 9-10월의 질소함량 감소는 많은 낙엽 관목에서 나타난다고 보고하였으며 본 研究는 결과와도 일치하였다.

질소는 보통 식물체의 엽중 농도가 2-4%이며 잎의 생장을 촉진시키고 光合成에 필요한 엽면적을 확보시키고 葉綠素 합성에 필요한 효소의 구성물질로 작용을 하므로¹⁴⁾ 常綠性인 '韓林' 품종의 질소함량이

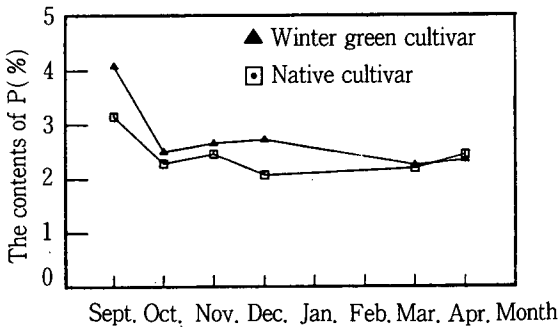


Fig 7. Changes of nitrogen(%) in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Sep. 1990.

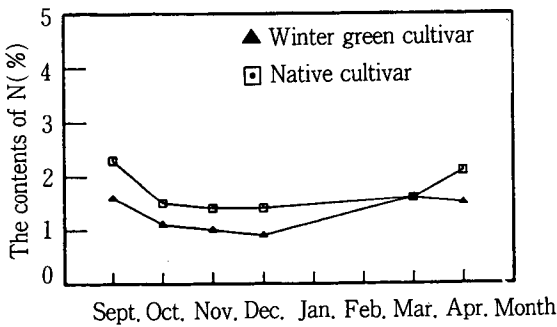


Fig 8. Changes of phosphorus(%) in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Nov. 1990.

높은 것은 겨울에도 常綠을 유지하는데 영향을 미친 것으로 사료된다. 또한 Brown⁴⁾에 의하면 N결핍은 mesophyll resistance를 증가시켜 CO₂가 効果的으로 공급되지 못하여 光合成 능력을 저하시킨다고 보고하였다.

常綠性인 '韓林'은 12월까지 꾸준한 흡수를 하는 것으로 보아 겨울에도 뿌리 활동을 하는 반면 既存 회양목은 질소의 含水量이 떨어져 휴면과 동시에 뿌리의 활동이 저하되는 것으로 사료되었다. 이듬해 봄인 3월에는 질소의 흡수가 증가되었으며 4월에는 더욱 흡수가 증가되어 褐變된 既存 회양목이 다시 녹색으로 變化하는데 작용하는 것으로 사료된다.

K는 光合成과 光合成 물질의 운반을 크게 증가시

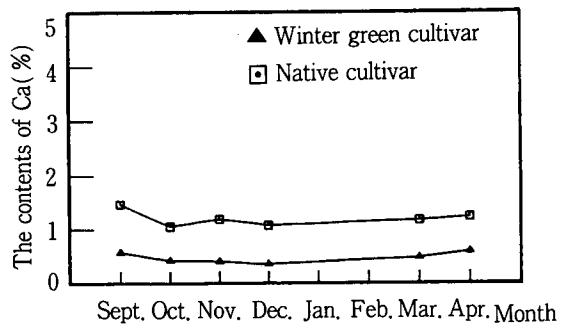


Fig 10. Changes of calcium(%) in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Mar. 1990.

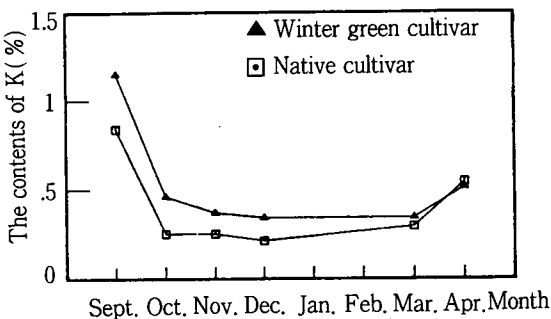


Fig 9. Changes of potassium(%) in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Dec. 1990.

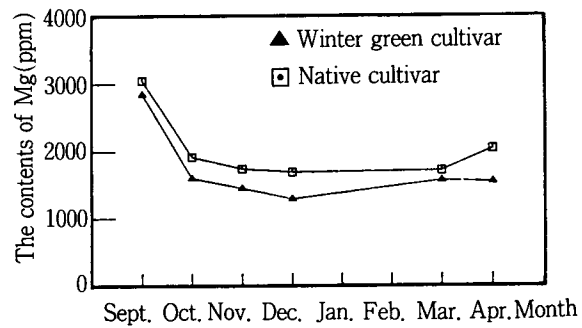


Fig 11. Changes of magnesium(ppm) in native cultivar and winter green cultivar 'Hanlim' of Korean boxwood measured on Apr. 1990.

키고, 많은 효소의 작용을 활발하게 하며 나아가서는 식물조직의 동결과 한발에 대한 저항성을 높이는 데 중요한 역할을 한다.¹⁴⁾ 그러므로 '韓林' 품종의 K 함량이 높게 나타난 것은 光合成과 葉綠素 含量에도 영향을 미친 것으로 사료되며 겨울에 常綠을 유지하고 내한성을 증진시키는데 기여한 것으로 추측된다. 그러나 Ca와 Mg에서는 既存 회양목이 常綠인 '韓林' 품종보다 높게 나타났다(그림 10, 11).

2. 施肥와 遮光이 既存회양목의 褐變에 미치는 影響

1) 遮光率과 施肥에 따른 葉綠素 含量變化

표 2에 나타난 결과를 살펴보면 自然光에서는 시비가 無施肥구보다 높은 葉綠素 含量을 나타내어 녹색을 유지하는 반면 無施肥구에서는 葉綠素 含量이 감소하여 褐變되는 것을 볼 수 있었다. 자연광의 施肥구에서도 12월에 褐變되는 것을 볼 수 있었다.

Table 2. Seasonal changes of chlorophyll content of native winter brown cultivar under different shading and fertilization

Shading condition	Conditions of fertilization	Total chl.			Chl. a			Chl. b		
		Sep.	Oct.	Nov.	Sep.	Oct.	Nov.	Sep.	Oct.	Nov.
sunlight	Fertilization	0.50	0.69	0.79	0.36	0.51	0.62	0.13	0.18	0.17
	Nonfertilization	0.39	0.49	0.34	0.29	0.36	0.26	0.10	0.13	0.08
55 % shading	Fertilization	0.67	1.09	1.16	0.50	0.83	0.78	0.17	0.26	0.39
	Nonfertilization	0.46	0.59	0.78	0.34	0.44	0.60	0.09	0.15	0.18
70 % shading	Fertilization	0.77	0.93	1.38	0.58	0.70	1.05	0.20	0.23	0.32
	Nonfertilization	0.46	0.67	0.85	0.35	0.50	0.64	0.12	0.17	0.20

55%와 70%의 遮光하에서도 역시 施肥구가 無施肥구 보다 높은 葉綠素 含量을 나타내며 遮光率이 높을수록 높은 葉綠素 含量을 나타내어 더욱 녹색을 띄며 2월과 3월 그리고 4월에도 녹색이 유지되는 것을 볼 수 있었다. 그러나 無施肥區의 0%와 55% 그리고 70%의 遮光하에서는 遮光率이 높을수록 葉綠素 含量이 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 11월에는 자연광의 施肥區와 70% 遮光의 無施肥區를 비교할 때 70% 遮光구에서 葉綠素 含量이 높게 나타났으며 施肥구보다 70% 遮光의 無施肥區에서 더욱 녹색을 띄는 것을 볼 수 있었다. 그러므로 본 실험의 결과 遮光率이 높을수록 葉綠素 含量이 증가하며 無施肥區보다 施肥區의 처리구에서 높은 葉綠素 含量을 나타내어 가을에 녹색을 유지하게 하며 무기 영양소의 施肥와 遮光이 복합적일 때 既存 회양목의 褐變 방지에 더욱 効果的인 것으로 사료된다.

Anderson¹⁾에 의하면 양생 식물 혹은 高光度下에서 자란 식물체는 B카로틴의 含量이 많아지고 크산토티의 含量이 적어지는 반면 음생식물 혹은 저光度하에서 자란 식물체는 엽록체당 葉綠素 含量이 많다고 보고하였으며 상대적으로 낮은 光度는 葉綠素 形成에 効果的이라고 주장하였다. Coper⁷⁾도 遮光

처리하는 식물체의 葉綠素 含量을 증가시킨다고 보고하였으며 Bjorkman²⁾도 음지성인 식물을 强광하에서 자라게 하면 葉綠素 含量이 감소한다고 보고하였다. 식물체에 미치는 遮光效果는 매우 다양하여 탄소화물의 성분變化를 초래하고 光合成에 관여하는 효소의 활력을 크게 감소시키고 잎의 형태 해부학적인變化를 초래하여 자연일조에 비해 기공수와 엽육조직세포를 감소시키고 책상조직의 배열을 흐트러서 잎두께를 얇게 하는 경향이 있으며 엽록체 자체는 작아지나 단위중량당 葉綠素 含量을 증대시킨다고 한다.^{3, 4, 5)} 또한 Fagerberg⁶⁾는 해바라기를 遮光하에서 재배한 결과 엽록체와 stroma의 부피가 감소된 반면 grana의 크기와 Photosynthetic Units는 증가하였다고 하였는데 이러한變化는 식물체가 低光度하에서 光合成을 효율적으로 하기 위한 적응의 결과라고 하였다.

2) 遮光率에 따른 葉色變化

遮光과 施肥에 의한 L, a, b값을 살펴보면(표 3) 時期별 공히 감소하는 경향을 나타냈다. L값에 있어서는 無施肥구가 施肥구에 비해 lightness가 높았으며 遮光率이 높을수록 lightness가 떨어졌다.

Table 3. Seasonal changes of color difference of native winter brown cultivar under different shading and fertilization

Shading condition	Conditions of fertilization	L(Lightness) ^z			a(Red-green) ^y			b(Yellow-blue) ^x		
		Sep.	Oct.	Nov.	Sep.	Oct.	Nov.	Sep.	Oct.	Nov.
sunlight	Fertilization	27.2	25.4	24.8	-6.2	-3.8	-2.0	13.0	11.9	11.6
	Nonfertilization	32.3	29.6	28.7	-7.5	-1.3	6.5	16.6	14.1	14.0
55% shading	Fertilization	25.7	22.8	21.7	-6.7	-4.4	-4.3	12.0	10.2	10.0
	Nonfertilization	28.0	28.5	25.3	-6.6	-6.2	-2.9	13.7	13.2	11.5
70% shading	Fertilization	24.0	24.7	9.3	-6.9	-6.4	-0.9	11.1	11.0	2.6
	Nonfertilization	31.1	29.1	12.1	-10.0	-7.7	-1.8	15.3	13.9	5.1

^zL : Lightness ; Black=0, White=100.

^ya : Red-green ; Red=+100, Green=-80.

^xb : Yellow-blue ; Yellow=+70, Blue=-70.

이는 遮光과 가을의 저온에 의해 녹색이 탁해지는 것을 추정할 수 있었으며 자연광의 無施肥구에서 lightness가 가장 높은 것은 褐變되면서 B carotene의 합성에 의해 lightness가 증가한 것으로 추론된다.

Red-green을 나타내는 a값을 無施肥구의 자연광이 11월에 +값을 나타내어 褐變이 시작되는 것을 볼 수 있었으며 施肥구의 자연광은 11월까지 -값을 나타내어 녹색을 유지하나 12월에는 褐變되는 것을 볼 수 있었다. 그러나 9월과 10월의 a값에 있어서는 無施肥區의 70% 遮光막에서 가장 높게 나타났으나 11월에는 55% 遮光구의 施肥區에서 가장 높게 나타나 영양소의 施肥와 遮光이 복합적으로 작용할 때 既存 회양목의 녹색을 유지하는게 가장 效果的인 것으로 나타났다.

또한 yellow와 blue를 나타내는 b값은 공히 無施肥

區에서 높게 나타났으며 자연광에서 가장 높게 나타났다. 2월에 차광막을 제거한 후 회양목의 엽색은 다시 갈변하였으며 이것은 強光에 의한 葉綠素가 파괴된 것으로 추정되어 계속 녹색을 유지하기 위해서는 遮光이 계속적으로 요구되는 것을 볼 수 있었다.

3) 遮光時期에 따른 葉綠素 含量

표 4는 遮光時期에 따른 葉色變化를 살펴본 것으로 遮光 時期別 葉綠素 含量은 6월5일에 遮光한 구가 11월까지 葉綠素 含量을 가장 높게 維持하여 綠色을 維持하였으며 無施肥구보다 施肥구에서 공히 높게 나타났다.

8월5일에 遮光을 실시한 구는 6월과 7월에 遮光한 구에 비하여 낮은 葉綠素 含量을 나타내나 자연광과 비교하면 10월과 11월의 葉綠素 含量이 훨씬 높게

Table 4. Seasonal changes of chlorophyll content of 70% shaded native winter brown cultivar under different shading times and fertilization

Times of shading	Conditions of fertilization	Total chl.			Chl. a			Chl. b		
		Sep.	Oct.	Nov.	Sep.	Oct.	Nov.	Sep.	Oct.	Nov.
sunlight	Fertilization	0.50	0.69	0.79	0.36	0.51	0.62	0.13	0.18	0.17
	Nonfertilization	0.39	0.49	0.34	0.29	0.36	0.26	0.10	0.13	0.08
June 5	Fertilization	0.77	0.93	1.38	0.58	0.70	1.05	0.20	0.23	0.32
	Nonfertilization	0.46	0.67	0.85	0.35	0.50	0.64	0.12	0.17	0.20
July 5	Fertilization	0.69	1.30	1.23	0.51	1.01	0.93	0.17	0.29	0.31
	Nonfertilization	0.58	0.74	0.86	0.43	0.58	0.65	0.14	0.16	0.21
August 5	Fertilization	0.47	1.04	1.21	0.35	0.80	0.93	0.12	0.24	0.29
	Nonfertilization	0.48	0.85	0.94	0.36	0.64	0.71	0.12	0.21	0.23

나타났으며 8월에 遮光한 처리구가 自然光에 비하여 녹색을 유지하는 것을 볼 수 있었다. 또한 5년생 既存 회양목을 남쪽벽 앞과 북쪽벽 뒤에 식재후 관찰한 결과 회양목의 褐變 時期인 늦가을부터 이듬해 봄 까지 사진 2에서 나타난 바와 같이 북쪽벽 뒤가 녹색을 유지하는 것을 볼 수 있었다.

그러므로 遮光은 빠른 時期에 처리하는 것이 既存 회양목의 褐變을 억제하는데 效果의이며 나아가 회양목을 陽地가 아닌 陰地에 식재함으로써 사철 내내

常綠을 유지할 수 있을 것으로 사료되며 이는 곽¹³⁾의 결과와도 일치하였다.

4) 遮光時期에 따른 葉色 變化

L값에 있어서 自然光 無施肥구에서 32.3으로서 가장 높게 나타났으며 時期별로는 9월에 비해 明도가 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 이는 가을의 불량한 환경으로 인해 색이 退色되는 것으로 起因된다[표 5].

또한 9월의 L값은 6월에 遮光한 구가 7월과 8월에

Table 5. Seasonal changes of color difference of 70% shaded native winter brown cultivar under different shading times and fertilization

Times of shading	Conditions of fertilization	L(Lightness) ^z			a(Red-green) ^y			b(Yellow-blue) ^x		
		Sep.	Oct.	Nov.	Sep.	Oct.	Nov.	Sep.	Oct.	Nov.
sunlight	Fertilization	27.2	25.4	24.8	- 6.2	-3.8	-2.0	13.0	11.9	11.6
	Nonfertilization	32.3	29.6	28.7	- 7.5	-1.3	6.5	16.6	14.1	14.0
June 5	Fertilization	24.0	24.7	9.3	- 6.9	-6.4	-0.9	11.1	11.0	2.6
	Nonfertilization	31.1	29.1	12.1	- 10.0	-7.7	-1.8	15.3	13.9	5.1
July 5	Fertilization	23.3	24.1	20.4	- 5.5	-5.4	-1.3	10.9	10.4	7.0
	Nonfertilization	27.2	30.3	20.4	- 8.2	-6.1	-4.0	13.0	14.3	8.2
August 5	Fertilization	24.9	25.6	22.0	- 6.2	6.0	-5.7	11.7	11.0	9.0
	Nonfertilization	26.3	29.4	24.4	- 6.4	6.3	-5.2	13.0	13.8	11.1

^zL : Lightness ; Black=0, White=100.

^ya : Red-green ; Red=+100, Green=-80.

^xb : Yellow-blue ; Yellow=+70, Blue=-70.

처리한 구보다 높았으나 10월과 11월에는 늦게 遮光한 것보다 높게 나타나 일찍 遮光한 것이 빨리 퇴색되는 것을 볼 수 있으며 6월 遮光區는 11월에 급격히 明도가 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 無施肥區가 施肥구에 비해 明도가 높은 것은 施肥구는 葉綠素 含量이 높아 가을에 색이 퇴색되기 때문으로 사료된다.

녹색의 정도를 나타내는 a값에 있어서는 6월에 遮光한 區에서 가장 높게 나타났으며 11월에는 8월에 遮光한 구에서 가장 높게 나타났다.

3. 陽地와 陰地植栽가 회양목의 葉色 變化에 미치는 影響

과 북쪽벽 뒤(陰地)에 植栽한 후 회양목의 葉色 變化를 살펴 본 결과[사진 2] 1989년과 1990년에 회양목엽의 갈변시기인 10월부터 이듬해 3월까지 남쪽 벽 앞은 겨울에 褐變하는 반면 북쪽에 심겨진 회양목은 常綠을 維持하였다. 또한 북쪽벽뒤의 遮光率은 85%로서 遮光率이 높고 1년 내내 차광이 되어 겨울뿐만 아니라 1년 내내 綠色을 維持하는 것으로 思料되었다. 그러므로 본 研究결과를 종합해 볼 때 遮光率이 높고 遮光時期가 짧을수록 綠色 維持에 效果의이며 나아가 회양목을 造景 樹木으로 植栽할 경우 건물의 북쪽에 植栽함으로써 常綠을 유지하는데 效果的이라 사료되며 이는 곽¹³⁾의 결과와도 일치하였다.

1988년 3년생 회양목을 건물의 남쪽벽 앞(陽地)

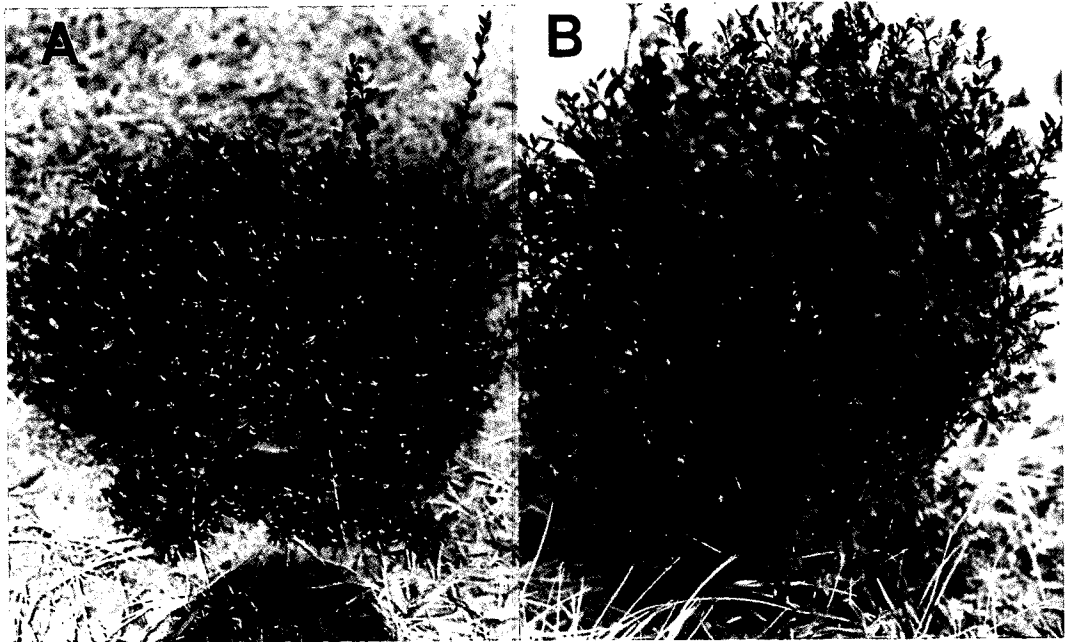


Photo 2. Comparisons of leaf color of native Korean boxwood planted at full sunlight area(A) and shade area(B) in February, 1990.

摘 要

본 연구는既存의 褐變 회양목과 겨울에 잎이 褐變하지 않는 常綠性 회양목 '韓林'의 生理的 特性을 比較하고 또한 既存의 褐變 회양목을 遮光과 無機營養分의 施肥가 회양목의 葉色變化에 미치는 影響을 살펴보고자 하였다.

葉綠素의 含量은 1989년 9월부터 1990년 3월까지 是 常綠性 회양목 '韓林'에서 높게 나타났으나 4월에는 既存 회양목에서 높게 나타났다. 光合成量 역시 1989년 9월부터 12월까지 是 既存 회양목보다 常綠性 회양목 '韓林'에서 높게 나타났으나 1990년 3월부터 4월까지의 光合成量은 常綠性 회양목보다 既存 회양목에서 높게 나타났다. 또한 葉色의 color變化는 既存 회양목의 경우 11월 22일을 基點으로 褐變하였으나 常綠性 회양목은 계속 녹색을 유지하였다. 葉中 무기양分의 分析 結果 窒素과 칼륨은 常綠性 회양목에서 높게 나타났으며 磷酸과 마그네슘과 칼슘은 既存의 회양목에서 높게 나타나는 特徵을 보였다.

또한 遮光과 施肥에 의한 회양목의 葉色에 관한 實驗에서 遮光은 6월에 遮光하는 것이 葉綠素 含量과

green을 나타내는 'a'값이 높게 나타났으며 遮光率이 높을수록 葉綠素 含量과 葉色의 color difference값이 높게 나타나 겨울에 葉色을 녹색으로 유지하는데는 遮光의 時期가 빠를수록 그리고 遮光率이 높을수록 效果가 크게 나타났다.

그러므로 既存 회양목의 경우 지금까지는 陽地에 식재되어 겨울에 잎이 褐變하였으나 앞으로 陰地에 植栽함으로써 겨울에 常綠을 維持할 수 있으며 常綠 회양목 '한림'은 겨울동안 常綠을 維持하여 陽地에 植栽될 수 있는 長點을 지니고 있어 앞으로 造景樹木으로 많이 利用될 것으로 思料된다.

引用文獻

1. Anderson, J.N.. 1986. Photoregulation of the composition function, and structure of thylakoid membranes. *Ann. Rev. Plant Pysiol.* 37 : 351-353.
2. Bjorkman, O., and P. Homgren. 1963. Adaptability of the photosynthetic apparatus to light intensity in ecotypes from exposed and shaded

- habitats. *Physiol Plant*, 16 : 889-914.
3. Bravdo, B., and D. Canvin. 1979. Effect of carbon dioxide on photorespiration. *Plant Physiol.*, 63 : 399-401.
 4. Brown, R. H.. 1978. A difference in N use efficiency in C₃ and C₄ plants and its implication in adaptation and evolution. *Crop Sci.* 18 : 93-97.
 5. Boardman, N.K.. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28 : 355-377.
 6. Chabot, B.F., T.W. Jurik, and J.F. chabot. 1979. Influence of instantaneous and integrated light-flux density on leaf anatomy and photosynthesis. *Amer. J. Bot.* 66 : 940-945.
 7. Cooper, C.S., and M. Qualls. 1967. Morphology and chlorophyll contents of shade and sun leaves of two legumes. *Crop Sci.* 7 : 672-673.
 8. Dirr, M. A.. 1990. *Manual of Woody Landscape plants : Their identification, ornamental characteristics, culture, propagation and uses.* Stipes Publishing company. Forth ed. pp : 129-130.
 9. Fagerberg, W.R. 1987. Effect of short term shading on the cytology of palisade tissue in mature leaves of the sunflower *Helianthus annuus*. *Amer. J. Bot.* 74(6) : 822-828.
 10. Grigal, D.F., L.F. Ohmann, and R.B. Brander. 1976. Seasonal dynamics of tall shrubs in northeastern Minnesota : Biomass and nutrient element changes. *For. Sci.* 22 : 195-208.
 11. Hall, N.P. and A.J. Keys. 1983. Temperature dependence of the enzymic carboxylation and oxygenation of ribulose 1, 5-bisphosphate in relation to effects of temperature on photosynthesis. *Plant Physiol.* 72 : 945-948.
 12. Handerson, S. 1989. The boxwood bulletin 30(4) : 59-67.
 13. 광병화, 이종은. 1973. 몇몇 常綠性 造景植物의 光度差에 대한 生長 生態. 韓國 造景學會誌. 1 : 16-21.
 14. 광병화, 임형빈, 손응용, 김용욱. 1983. 3訂 植物生理學. 鄉文社, 서울.
 15. Larson. 1989. The boxwood bulletin 29(1) : 3.
 16. 農業技術研究所. 1988. 土壤化學 分析法-土壤, 植物體, 土壤微生物. 農村 振興廳. pp 226-229.
 17. Oland, K. 1963. Changes in the content of dry matter and major nutrient elements of apple foliage during senescence and abscission. *Plant Physiol.* 16 : 688-694.
 18. Perry, T.O. and Baldwin, G.W. 1966. Winter breakdown of the photosynthetic apparatus of evergreen species. *For. Sci.* 12 : 298-300.
 19. Rehder, and Wilson. 1979. M. Cheng in *Acta Phytotax Sin.* 17(3) : 100.
 20. 沈慶久, 안영희. 1983. 조경 수목류의 葉綠素 變化에 관한 研究. 성균관 대학교 논문집(자연계). 34(1).
 21. 沈慶久 외 11인. 1990. 조경 수목학. 문운당. 서울.
 22. 沈慶久, 河有美, 강양희, 서병기. 1990. 常綠 회양목 新品種 육성에 관한 研究. 韓園誌 31(4) : 405-413.
 23. 沈慶久, Kling, G. L. 1987. 韓國원산으로서 美國에 植栽되고 있는 造景 樹木에 관한 研究. 韓國園藝學會 發表要旨 34(10) : 112-113.
 24. Wagenknecht. 1967. The boxwood bulletin 7(1) : 1.
 25. Wyman, D. 1957. Broad leaved evergreens in Arnold Arboretum. *Arnoldia.* 7 : 64-65.
 26. Zdenek, S.F.C. 1985. Photosynthesis during leaf development. Jank Publishers Group, Boston, Lancaster.