

## シダレザクラ樹冠内での光環境と比葉面積および SPAD値の関係

陶山, 健一郎  
九州大学生物資源環境科学府

作田, 耕太郎  
九州大学大学院農学研究院

<https://doi.org/10.15017/17050>

---

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 90, pp.39-49, 2009-03. 九州大学農学部附属演習林  
バージョン：  
権利関係：

論 文

## シダレザクラ樹冠内での光環境と比葉面積 およびSPAD値の関係\*

陶 山 健一郎\*\*・作 田 耕太郎\*\*\*

### 抄 録

枝が下方に伸長する枝垂れ性樹木は、その特異的な樹形から樹冠内の光環境や枝上での個々の葉の形態、生理的特性が一般的な樹木とは異なると考えられる。本研究では、同所的に植栽されたシダレザクラとソメイヨシノ1個体ずつを対象にして、それぞれの樹冠の上部と下部を構成する枝上での相対光強度 (*RLI*) に対する個々の葉の比葉面積 (*SLA*) およびクロロフィル濃度の指標となるSPAD値との関係性について検討した。

ソメイヨシノの樹冠では上部、下部の枝ともに*RLI*は枝の先端に向かって高くなった。一方、シダレザクラの樹冠では上部の枝で基部から先端部にかけて*RLI*は低下したが、樹冠下部の枝上での*RLI*の変化は小さく、常に樹冠上部の枝より*RLI*は低かった。ソメイヨシノの*SLA*は樹冠上部、下部ともに枝基部から先端にかけて小さくなった。しかし、シダレザクラの*SLA*は枝に沿った変化はほとんど無く、樹冠下部の枝のほうが上部の枝よりも大きかった。ソメイヨシノのSPAD値は樹冠上部、下部ともに枝の基部から中央部まで一定の値を示し、中央部から先端にかけて徐々に低下した。一方、シダレザクラのSPAD値は樹冠の上部、下部ともに枝の基部から先端部にかけて緩やかに低下していた。*RLI*に対する*SLA*およびSPAD値の関係性については、*SLA*は両個体ともに*RLI*が高くなるにつれて低くなっていた。ソメイヨシノのSPAD値は*RLI*に対して負の関係にあったが、シダレザクラのSPAD値は*RLI*の値にかかわらず30-45前後の値を示し、両者に何らかの関係性は認められなかった。

このように、シダレザクラとソメイヨシノの樹冠内の枝を基準とした光環境は明らかに異なっていたことから、光獲得に対して最適となる枝の成長や分岐の様式が両個体では異なる可能性が示唆された。両樹種とも*SLA*は光環境に対応して変化していたが、葉のクロロフィル濃度は、ソメイヨシノでのみ光環境との対応が認められた。その要因としてシダレザクラの枝垂れ性の原因となる枝内での植物ホルモンの不均一性が考えられた。

キーワード：シダレザクラ、ソメイヨシノ、樹冠内光環境、クロロフィル濃度、  
比葉面積

\* Kenichiro SUYAMA and Kotaro SAKUTA : Relationships between specific leaf area, leaf SPAD value and light environment in the crown of *Prunus pendula* Maxim.

\*\* 九州大学生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. and Bioenvir. Sci., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

\*\*\* 九州大学大学院農学研究院 Fac. of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

## 1. はじめに

一般的に、高木性の樹木の枝は上方に伸長する。樹木の生育にとって必要不可欠である上方からの光をより多く得るためと解釈される。しかしながら、樹木の中には枝が下方に伸長するシダレザクラ (*Prunus pendula* Maxim.) やシダレヤナギ (*Salix babylonica* L.) などの枝垂れ性の枝をもつものが存在する。

樹木の枝の成長は、枝先端部の成長点から伸長を行う一次伸長成長と、枝の長軸に対して垂直面で同心円状に放射方向へと拡大する、形成層での二次肥大成長の二種類からなっている。この二種類の成長の速度と方向は主に光や重力などの環境刺激によって調節され、一定のバランスが保たれることで枝は上方に成長する(中村, 1999)。しかし、枝垂れ性の枝では一次伸長成長が著しく大きく、それに対して二次肥大成長が不十分であるため、枝は機械的な強度不足により自重を支えきれず屈曲が生じ、下方に伸長する(中村ら, 1989)。通常、樹木は環境刺激によってあて材が形成されたり、頂芽優勢が解除されて側芽の成長が促進されることで上方成長が維持される(Thomas, 2000)が、枝垂れ性の樹木ではこれらの姿勢制御機能が働かない。しかし、植物ホルモンであるジベレリンの投与によって一般の樹木と同様に上方成長を行うこと(中村, 1995)から、枝垂れ性枝の伸長成長と肥大成長のアンバランスは枝内のジベレリンの供給異常によって引き起こされる(中村, 2000)と考えられている。

このように枝垂れ性樹木では枝先端部の葉が枝基部より低い位置に着生し、樹形は一般的な樹木とは異なったものとなり、樹冠内の光環境も特異的になると考えられる。一般的な樹木の樹冠ではどの枝も枝の基部では光を受けにくく、枝先の方ほど光環境が良くなる(Walter, 2003)。しかし、枝垂れ性樹木の場合、枝は屈曲し下方に向いているため必ずしも枝の基部から先端部にかけて光環境が良くなるとは考えられない。また、樹冠上部の枝が下部の枝を覆う形になっているため、樹冠下部の枝では枝の基部から先端にかけて常に庇陰を受けている可能性もある。枝に着生する個々の葉の形態は葉のおかれた光環境によって大きく異なる(Walter, 2003)。また光合成速度やクロロフィル濃度も光環境によって大きく左右される(Frak *et al.*, 2002; Rozendaal *et al.*, 2006)。よって、樹冠内での光環境が一般的な樹木と比べて特異的と考えられる枝垂れ性樹木においては、枝上での葉の特性も一般的な樹木とは異なる可能性がある。

本研究では、九州大学農学部構内に植栽されたシダレザクラとそれに隣接するソメイヨシノの2個体を対象として、一次枝に沿った光環境と枝に着生する個葉の形態や生理特性との関係について比較し、両個体間の差異について明らかにすることを目的とした。

表1 供試材料の樹高と基部直径  
Table 1 Height and DGL of sample trees

	樹高 Height (cm)	地際直径 DGL (cm)
ソメイヨシノ <i>P. yedoensis</i>	494.0	28.3
シダレザクラ <i>P. pendula</i>	316.0	24.8

## 2. 材料と方法

### 2.1. 供試材料

供試材料には、九州大学農学部構内に生育するシダレザクラ (*Prunus pendula* Maxim.) とソメイヨシノ (*Prunus yedoensis* Matsumura) 各1個体ずつを用いた。それぞれの樹高と地際直径を表1に示した。2006年9月、それぞれの個体の南側樹冠を構成する枝のうち上部の一次枝を3本、下部の一次枝を3本、両個体あわせて合計12本を測定用の枝として選定した。選定した各一次枝の長さおよび基部直径を測定し、さらに着生する葉の総枚数を数えた (表2)。

表2 測定に使用した一次枝の長さおよび基部直径および着葉枚数  
Table 2 Outlines of the sampled primary branches for study

	樹冠内位置 Position of canopy	枝数 Number of sample branches	枝長 Length (cm)	枝の基部直径 Basal diameter (mm)	着葉数 Number of attached leaves
ソメイヨシノ	upper	3	125.7±20.8	18.0±3.2	223±52
<i>P. yedoensis</i>	lower	3	200.3±44.2	26.6±6.8	400±162
シダレザクラ	upper	3	101.7±13.1	12.2±1.4	122±41
<i>P. pendula</i>	lower	3	134.0±48.3	10.0±3.5	137±68

注：表中の数字は各項目の平均値と標準偏差を示す。

### 2.2. 樹冠内光環境の測定

2006年の9月7日から16日にかけて、選定した各一次枝に着生する葉の光環境についての測定を行った。まず、各一次枝上の分枝部および葉の着生部でデジタルカメラ (COOLPIX 910, Nikon) と専用の魚眼レンズ (Fish-eye Converter FC-E8, Nikon) によって全天空写真を撮影した。全天空写真の撮影は曇天日、もしくは早朝や夕方に行った。撮影した画像はパソコン上で画像編集ソフトによって二階調化した後、画像解析ソフト (LIA32, 山本, 2003) を用いて画像撮影日の相対光強度 (Relative Light Intensity: *RLI*) を算出した。*RLI* は計測地点に到達する光合成有効放射 (Photosynthetically Active Radiation: *PAR*) の直達光成分および散乱光成分の和を樹冠上部の*PAR*の直達光成分および散乱光成分の和で除して算出した。

### 2.3. 葉の比葉面積とクロロフィル濃度の測定

2006年9月1日から6日にかけて、選定したそれぞれの一次枝について枝基部から先端部にかけて分枝部および葉の着生部において番号付けを行い、その番号順に葉緑素計 (SPAD-502, KONICA MINOLTA) を用いて個葉のSPAD (Soil and Plant Analyzer Development) 値を計測した。SPAD値とは葉緑素計の指示値であり、単位葉面積あたりのクロロフィル濃度と高い相関があるとされている (只木・木下, 1988)。本研究ではSPAD値をクロロフィル濃度の指標とした。

2006年10月17日から20日にかけて、選定した一次枝に着生する葉を2~4枚おきに採取し、フラットベッド型スキャナ(GT-F500, EPSON)を用いて投影画像を作成し、LIA32で葉面積を算出した。さらに、葉面積を算出した葉はドライオープンによって76℃、で48時間乾燥させてから乾重量を測定し、比葉面積(Specific Leaf Area: SLA)を算出した。

### 3. 結 果

#### 3.1. 樹冠内の光環境

両個体における一次枝上でのRLIの変化を図1に示した。図1の横軸は一次枝上の相対位置を表し、基部を0、先端部を1とした。ソメイヨシノでは樹冠上部、下部での違いがほとんどなく、ともに一次枝基部ではRLIは低く(約20%)、中央部付近から先端部にかけて徐々に高くなった。また、一次枝の先端部付近(相対位置0.7-1)では樹冠上部のほうが樹冠下部よりもRLIは高かった(樹冠上部:  $86.3 \pm 17.4\%$ 、樹冠下部:  $70.0 \pm 26.7\%$ 、ANOVA,  $p < 0.01$ )。

一方、シダレザクラでは樹冠上部と下部における一次枝上でのRLIの推移はソメイヨシノとは異なっていた。樹冠上部におけるRLIは、基部の76.7%程度から徐々に上昇し、相対位置0.2-0.3の範囲でピーク( $88.8 \pm 8.0\%$ )を迎えた後、枝先端部にかけて低下した。そして相対位置0.7-0.8の範囲でRLIは最小値( $40.7 \pm 22.9\%$ )を示し、枝の先端部に向けてやや上昇した。樹冠下部では樹冠上部に比べて一次枝上での変化は乏しく、基部から先端部にかけて5%から40%の範囲で推移した。また、シダレザクラでは樹冠上部より樹冠下部のほうが常にRLIは低かった(樹冠上部:  $67.3 \pm 26.3\%$ 、樹冠下部:  $18.6 \pm 14.7\%$ 、ANOVA,  $p < 0.001$ )。

#### 3.2. SLAとクロロフィル濃度

両個体の樹冠上部と下部の一次枝に着生する葉のSLAとSPAD値について図2と図3にそれぞれ示した。ソメイヨシノのSLA(図2)は、樹冠上部、下部ともに一次枝の基部から先端部にかけて小さくなった。樹

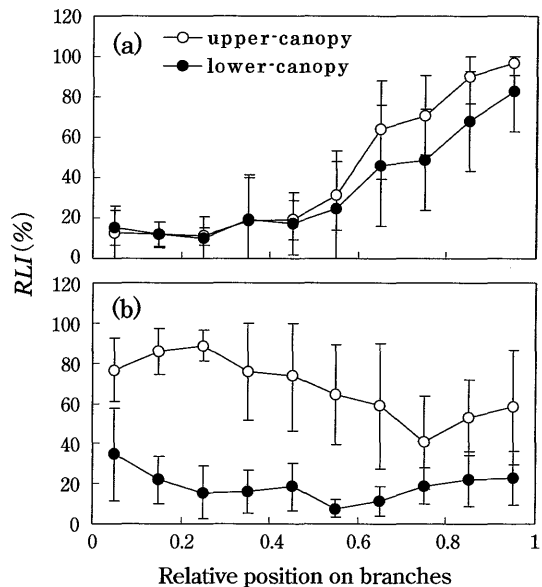


Fig. 1 Changes of relative light intensity along branches.

図1 枝上の相対的な位置でのRLI

(a):ソメイヨシノ *P. yedoensis*

(b):シダレザクラ *P. pendula*

横軸は0が枝の基部, 1が先端を示す。

図中の縦棒は標準偏差を示す。

樹冠上部では基部から中央部付近にかけて急激に、そして中央部付近から先端部にかけては徐々に小さくなっていた。これに対して樹冠下部では、基部から中央部付近まではほぼ一定の値 ( $110\text{--}120\text{ cm}^2\text{g}^{-1}$ ) を示し、中央部付近から先端部にかけて急に小さくなっていた。シダレザクラのSLAは、樹冠上部、下部ともに一次枝上の相対位置による変化は非常に小さく、一次枝全体での平均値は樹冠上部で  $90.7 \pm 11.5\text{ cm}^2\text{g}^{-1}$ 、樹冠下部で  $122.9 \pm 17.8\text{ cm}^2\text{g}^{-1}$  と樹冠下部のほうが上部よりも大きかった (ANOVA,  $p < 0.01$ )。

ソメイヨシノの着生葉のSPAD値は樹冠上部、下部ともに基部では41前後の値だった (図3)。SPAD値は、一次枝の中央部付近から先端部にかけて徐々に低下し、先端部 (相対位置0.9–1) の平均値は樹冠上部で  $30.5 \pm 4.0$ 、樹冠下部で  $35.8 \pm 4.2$  と樹冠上部で低かった (ANOVA,  $p < 0.01$ )。一方、シダレザクラの着生葉のSPAD値は樹冠上部、下部ともに一次枝基部から先端部にかけて徐々に低下した。基部 (相対位置0–0.1) の平均値は樹冠上部、下部ともに  $43.6 \pm 3.2$ 、先端部 (相対位置0.9–1) の平均値は樹冠上部で  $35.5 \pm 3.2$ 、下部で  $31.5 \pm 5.3$  だった。

### 3.3. 樹冠内光環境に対するSLAおよびSPAD値の関係

両個体におけるRLIに対するSLAの関係を図4に示した。樹冠上部と下部での測定値をすべて使用して曲線回帰を行った結果、両

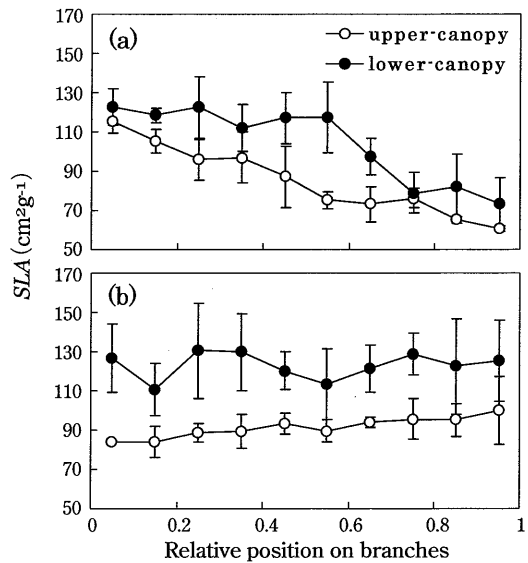


Fig. 2 Changes of specific leaf area along branches.

図2 枝上の相対的な位置でのSLA

(a):ソメイヨシノ *P. yedoensis*

(b):シダレザクラ *P. pendula*

横軸は0が枝の基部, 1が先端を示す。

図中の縦棒は標準偏差を示す。

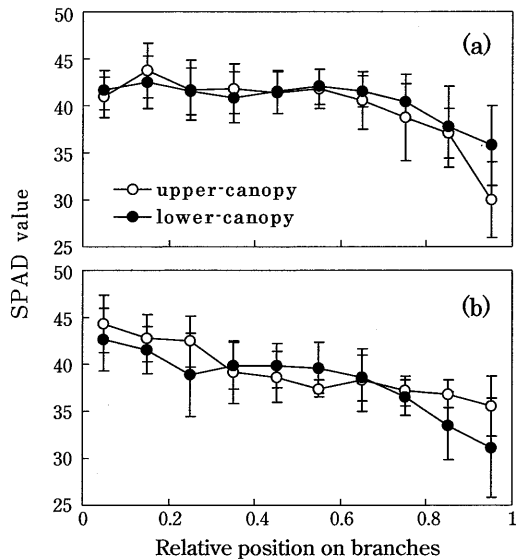


Fig. 3 Changes of leaf SPAD values along branches.

図3 枝上の相対的な位置における葉のSPAD値

(a):ソメイヨシノ *P. yedoensis*

(b):シダレザクラ *P. pendula*

横軸は0が枝の基部, 1が先端を示す。

個体ともに *RLI* が高くなると *SLA* が指数関数的に低下する，負の関係にあることが示された。

両個体の *RLI* に対する *SPAD* 値の関係を図 5 に示した。ソメイヨシノの *SPAD* 値は樹冠上部，下部ともに *RLI* が低い場合 (0–80%) には *RLI* が高くなるにつれ緩やかに低下する弱い負の直線関係にあった (ANOVA,  $p < 0.01$ )。しかし，*RLI* が 80% を超えると両者の間には強い負の直線関係があった (ANOVA,  $p < 0.001$ )。一方，シダレザクラでは *RLI* と *SPAD* 値の間に何らかの関係性は認められず，ソメイヨシノで認められたような *RLI* が高い部分 (80% 以上) での *SPAD* 値の低下も認められなかった。

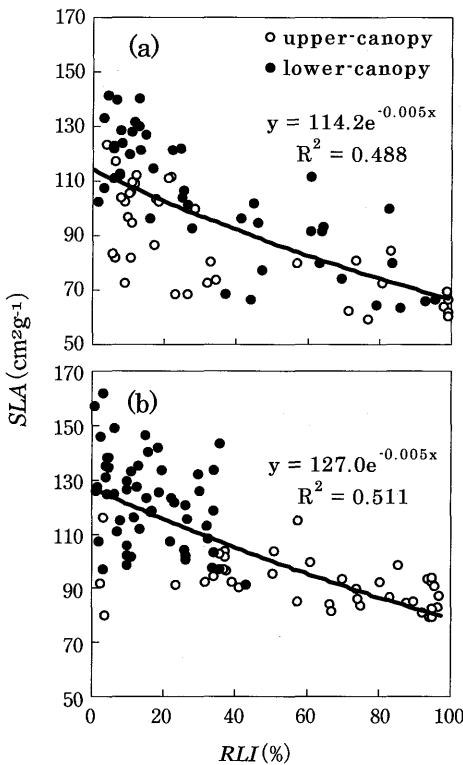


Fig. 4 Relationships between *RLI* and *SLA*.

図4 *RLI* に対する *SLA* の関係

(a) : ソメイヨシノ *P. yedoensis*

(b) : シダレザクラ *P. pendula*

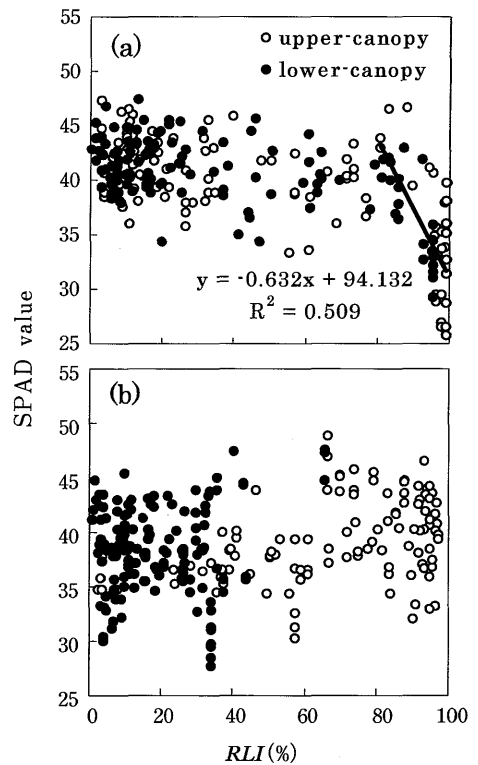


Fig. 5 Relationships between *RLI* and *SPAD* value.

図5 *RLI* に対する *SPAD* 値の関係

(a) : ソメイヨシノ *P. yedoensis*

(b) : シダレザクラ *P. pendula*

## 4. 考 察

### 4.1. シダレザクラ樹冠内の光環境の特異性

ソメイヨシノの樹冠上部、下部における一次枝上での $RLI$ は、ともに基部で低く中央部付近から徐々に高くなっていった。すなわちソメイヨシノでは樹冠上部、下部のどちらでも樹冠内部ではあまり光を得られないが、樹冠の外側に向かうにつれて多くの光を得ることができる(図1)。このような $RLI$ の分布には自己庇陰(Pearcy *et al.*, 2004)が大きく関わっており、自己庇陰の程度によって樹冠内部と外部では光環境には大きな差が発生していた。したがって、ソメイヨシノの樹冠内の光環境は、樹冠の上下間よりは樹冠の内側と外側で大きく異なるといえる。これに対し、シダレザクラの樹冠上部における一次枝上での $RLI$ は基部から先端部にかけて緩やかに低下していた(図1)。枝が下方伸長するために、先端部ほど個体周辺の様々な物体による庇陰を受けやすく、また、より基部側の着生葉による庇陰も受けることから先端部ほど $RLI$ は低かったと考えられる。一方、樹冠下部の一次枝では、 $RLI$ は全体を通して40%以下と樹冠上部に比べて非常に低い値で推移した(図1)。シダレザクラにおいても、ソメイヨシノと同様に自己庇陰を生じているが、その様式には差異があり樹冠下部の一次枝全体を樹冠上部の枝が覆う形となっている。すなわち、シダレザクラ樹冠内の光環境は、樹冠の内側と外側よりも樹冠の上部と下部で大きく異なるといえる。

このように、シダレザクラとソメイヨシノでは一次枝を単位とした場合、樹冠内での光環境は大きく異なり、光の獲得に対して最適となる枝の成長や分岐の様式が異なる可能性が示唆される。ソメイヨシノでは樹冠下部の一次枝でも、先端では樹冠上部の一次枝と同等の光を得ることができる(図1)。一方、シダレザクラでは樹冠下部の一次枝は、常に上部の枝の庇陰下にあるため十分な光を得ることができず、樹冠上部の一次枝も伸長するにつれ光環境は悪化する(図1)。すなわち、シダレザクラはソメイヨシノと異なり、一次枝先端部の伸長による光環境の改善は起こりにくく、光環境の良い部分に新たな枝をつくるほうが光の獲得においては有利であるかもしれない。実際に、本研究で用いた個体においては、シダレザクラはソメイヨシノよりも一次枝の基部に近い箇所での分枝が多かった。

### 4.2. $SLA$ とクロロフィル濃度

$SLA$ は樹種や気温、降水量のような個体の生育する環境などによって異なることが知られており、落葉広葉樹の $SLA$ の値はおおよそ $90-350\text{cm}^2\text{g}^{-1}$ の範囲にある(Koike *et al.*, 2001; Turnbull *et al.*, 2002)。本研究における $SLA$ はソメイヨシノで $60.5-126.6\text{cm}^2\text{g}^{-1}$ 、シダレザクラで $83.9-130.4\text{cm}^2\text{g}^{-1}$ の範囲にあり、他の落葉広葉樹種に比べてやや低い値を示した。樹冠の上部と下部を比べるとソメイヨシノ、シダレザクラともに樹冠上部より下部のほうが $SLA$ は高かった(図2)。これまでにシラカンバ(*Betula pendula*)やアカガシワ(*Quercus rubra*)など多くの樹種で樹冠上部より樹冠下部のほうが $SLA$ は高くなることが報告されており(Turnbull *et al.*, 2002; Sellin & Kupper, 2006)、本研究の結果もこれらの報告と一致した。強光下の葉は厚くなることで高い光合成速度が可能となり、一方、弱光下の葉では葉面積が増加し薄くなる傾向があり、その結果、大きな受光面が実現され



る (Walter, 2003). 一次枝に沿ったSLAはソメイヨシノでは樹冠上部, 下部ともに基部から先端部にかけて小さくなっており (図2), アカマツの樹冠での結果 (Han *et al.*, 2003) などと同様だった. これに対し, シダレザクラのSLAは樹冠上部, 下部ともに一次枝基部から先端部までほとんど変わらず, 樹冠内での特異的なRLI分布に強い影響を受けていると考えられた. 葉の形態はその葉の置かれた光環境によって変化する (Beaudet & Messier, 1998) が, 本研究においても, ソメイヨシノ, シダレザクラともにRLIが高くなるにつれてSLAは低下する関係にあり (図4), 一般的な樹木と同様にシダレザクラでも葉の形態は光環境に順応して変化していたといえる.

クロロフィル濃度も光環境との間に強い関係性がある (Walter, 2003) といわれている. クロロフィル合成系の制御は光に依存しており (Mohr & Schopfer, 1998), 光環境のよい葉ほど葉内のクロロフィル濃度が低下するという報告は数多い (Senevirathna *et al.*, 2003; Grantani *et al.*, 2006など). 本研究でのSPAD値には両個体ともに樹冠上部, 下部での差はほとんど認められなかった. RLIの低かった樹冠下部の葉はRLIの高かった樹冠上部の葉に比べて単位葉重あたりのクロロフィル濃度は高くなっていてと予想される (Walter, 2003) が, 同時にSLAも大きくなっていてことから, 結果として樹冠上下でのSPAD値の差が小さくなったと考えられる (Isida *et al.*, 1999; Muraoka & Koizumi, 2005).

本研究のソメイヨシノにおいては, SPAD値はRLIに対して負の関係があり (図5), 葉のクロロフィル濃度は光環境に強く制御されると考えられた. その一方, シダレザクラではSPAD値とRLIの間に何らかの強い関係性は認められず, 光以外の因子によるクロロフィル濃度の制御について検討する必要がある. クロロフィル濃度に影響を与える光以外の因子としては, まず植物ホルモンがあげられる. 枝垂れ性樹木の枝では, 枝の最先端部でつくられたジベレリンが枝内の各部分に運ばれる際に枝先端部付近に過剰に供給され, 基部にはあまり供給されない. その結果, 枝先端部での伸長成長は促進される一方, 基部の肥大成長は抑制され, 枝垂れ性が発現する (中村, 2000) と考えられている. ジベレリンは葉のクロロフィル濃度を低下させる働きを持つこと (Monge *et al.*, 1994) が知られていることから, シダレザクラの枝垂れ性を引き起こしている枝内でのジベレリンの供給異常が, 葉のクロロフィル濃度にも影響を与えている可能性がある. 植物ホルモンの他にも, 水ストレスによってクロロフィル濃度が低下すること (Alberte *et al.*, 1997; Bhardwaj & Singhal, 1981) や落葉広葉樹のクロロフィル濃度が落葉前に大きく減少すること (Tobias *et al.*, 1994; 木樽・岩崎, 2002) などが知られている. 本研究では, 9月上旬から中旬にかけてSPAD値の測定を行ったが, シダレザクラの落葉がソメイヨシノよりも早く訪れたために, 個体全体の葉の生理状態に両個体間で差があった可能性を否定できない. シダレザクラのクロロフィル濃度に影響を与える因子については, 光以外の水分生理状態や生物季節学的因子についても考慮し, さらに詳細に検討する必要がある.

## 5. おわりに

本研究より, シダレザクラの樹冠内の光環境は一次枝を基準とした場合, ソメイヨシノとは明らかに異なる特異的な状態にあることが明らかとなった. SLAは個葉のおかれた光環境に対応して変化していたが, クロロフィル濃度は光環境とあまり対応しておらず, 光

以外の要因に強く影響されている可能性が示唆された。枝垂れ性の原因となる植物ホルモンなどがクロロフィル濃度に影響を与えている要因として考えられるが、さらに検討していく必要がある。また、他の枝垂れ性樹木も研究対象とすることで枝垂れ性樹木全体の生育特性がより明確となるだろう。本研究を進めるにあたり、九州大学農学部 白石 進教授、玉泉幸一郎准教授に有益な御助言を賜りました。心より感謝の意を表します。また、データの収集、解析にあたっては造林学研究室の学生諸氏にも多くのご支援いただきましたことを重ねてお礼申し上げます。

## 引用文献

- ALBERTE, R. S., THORNER, J. P. and FISCUS, E. L. (1977) : Water stress effects on content and organization of chlorophyll in mesophyll and bundle sheath chloroplasts of maize. *Plant Physiol.* **59** : 351-353
- BEAUDET, M. and MESSIER, C. (1998) : Growth and morphological responses of yellow birch, sugar maple, and beech seedlings growing under a natural light gradient. *Can. J. For. Res.* **28** : 1007-1015
- BHARDWAJ, R. and SINGHAL, G. S. (1981) : Effect of water stress on photochemical activity of chloroplasts during greening of etiolated barley seedlings. *Plant Cell Physiol.* **22** : 155-162
- FRAK, E., ROUX, X., MILLARD, P., ADAM, B., DREYER, E., ESCUIT, C., SINOQUET H., VANDAME, M. and VARLET-GRANCHER, C. (2002) : Spatial distribution of leaf nitrogen and photosynthetic capacity within the foliage of individual trees : disentangling the effects of local light quality, leaf irradiance, and transpiration. *J. Exp. Bot.* **53(378)** : 2207-2216
- GRATANI, L., COVONE, F. and LARCHER, W. (2006) : Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the Mediterranean maquis. *Trees* **20** : 549-558
- HAN, K., KAWASAKI, T., KATAHATA, S., MUKAI, Y. and CHIBA, Y. (2003) : Horizontal and vertical variations in photosynthetic capacity in a *Pinus densiflora* crown in relation to leaf nitrogen allocation and acclimation to irradiance. *Tree Physiol.* **23** : 851-857
- ISHIDA, A., UEMURA, A., KOIKE, N., MATSUMOTO, Y. and HOE, A. L. (1999) : Interactive effects of leaf age and self-shading on leaf structure, photosynthetic capacity and chlorophyll fluorescence in the rain forest tree, *Dryobalanops aromatica*. *Tree Physiol.* **19** : 741-747
- 木樽 陵・岩崎 寛 (2002) : 異なる光条件化における樹木の葉色とクロロフィル蛍光の関係. *日本緑化工学会誌***28(1)** : 290-293
- KOIKE, T., KITAO, M., MARUYAMA, Y., MORI, S. and LEI, T. T. (2001) : Leaf morphological and photosynthetic adjustments among deciduous broad-leaved trees within the vertical canopy profile. *Tree Physiol.* **21** : 951-958
- MONGE, E., AGUIRRE, R. and BLANCO, A. (1994) : Application of paclobutrazol and GA3 to adult peach trees : Effects on nutritional status and photosynthetic pigments. *J. Plant Growth Regul.* **13** : 15-19
- MOHR, H. and SCHOPFER, P. (1998) : 網野真一・駒嶺穆(訳) 植物生理学. Springer-Verlag, 東京, pp. 363-364
- MURAOKA H. and KOIZUMI H. (2005) : Photosynthetic and structural characteristics of canopy and shrub trees in a cool-temperate deciduous broadleaved forest : Implication to the ecosystem carbon gain. *Agricult. For. Meteorol.* **134** : 39-59

- 中村輝子・栗本優美子・山崎民子・渡辺春子・染御正孝・石井幸夫・岩崎文雄 (1989) : サクラの枝垂れ現象の生理学的研究. 第41回日本林学会関東支部大会発表論文集 : 39-42
- 中村輝子 (1995) : ジベレリンによるサクラの枝垂れ性枝の屈曲阻止現象. 植物の化学調節30(1) : 82-91
- 中村輝子 (1999) : シダレザクラのしだれ性. 山林1379 : 31-39
- 中村輝子 (2000) : 樹木と重力. 宇宙生物科学 14(3) : 123-130
- PEARCY, R. W., VALLADARES, F., WRIGHT, S. J. and DE PAULIS, E. L. (2004) : A functional analysis of the crown architecture of tropical forest *Psychotria* species : do species vary in light capture efficiency and consequently in carbon gain and growth?. *Oecologia* 139 : 163-177
- ROZENDAAL, D. M. A., HURTADO, V. H. and POORTER, L. (2006) : Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light ; relationships with light demand and adult stature. *Functional Ecology* 20 : 207-216
- SELLIN, A. and KUPPER, P. (2006) : Spatial variation in sapwood area to leaf area ratio and specific leaf area within a crown of silver birch. *Trees* 20 : 311-319
- SENEVIRATHNA, A. M. W. K., STIRLING, C. M. and RODRIGO, V. H. L. (2003) : Growth, photosynthetic performance and shade adaptation of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in natural shade. *Tree Physiol.* 23 : 705-712
- 只木良也・木下真美子 (1988) : 葉緑素計SPAD-501を用いて測定した樹木の葉のクロロフィル濃度. 日本林学会誌70(11) : 488-490
- TOBIAS, D. J., YOSHIKAWA, K., IKEMOTO, A. and YAMAGUCHI, Y. (1994) : Seasonal changes of leaf chlorophyll content in the crowns of several broad-leaved tree species. 日本緑化工学会誌 20(1) : 21-32
- THOMAS, P. (2000) : *Trees, Their natural history.* Cambridge Univ. Press, UK, pp. 192-207
- TURULL, M. H., WHITEHEAD, D., TISSUE, D. T., SCHUSTER, W. S. F., BROWN, K. J., ENGE, V. C. and GRIFFIN, K. L. (2002) : Photosynthetic characteristics in canopies of *Quercus rubra*, *Quercus prinus* and *Acer rubrum* differ in response to soil water availability. *Oecologia* 130 : 515-524
- WALTER, L. (2003) : *Physiological plant ecology, Ecophysiology and stress physiology of functional groups,* Fourth edition. Springer-Verlag, New York, pp. 48, pp. 112-117
- 山本一清 (2003) : <http://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~shinkan/LIA32/>

(2008年10月20日受付 ; 2008年12月5日受理)

## Summary

Weeping trees, which have peculiar tree form from branches expanding downward and drooping, appears to be different light environment inside the crown and leaf morphological and physiological traits from the ordinary trees. In this study, we compared relative light intensity (*RLI*), specific leaf area (*SLA*) and leaf SPAD value, which indicate chlorophyll content, along the first order branches placed upper and lower crown between *Prunus pendula* Maxim. and *Prunus yedoensis* Matsumura.

On the first order branches of upper and lower part of *P. yedoensis* crown, *RLI* became higher from the base to the tip. In contrast, variations in *RLI* on branches of *P. pendula* crown were smaller than that of *P. yedoensis* crown, and *RLI* of lower part of crown was always lower than that of upper part of crown. The difference of light environment inside the crown between *P. yedoensis* and *P. pendula* seem to influence the strategy in branches growth and divergence. Although variation in *SLA* on first order branches were different between *P. yedoensis* and *P. pendula* crown, *SLA* became smaller as *RLI* became higher in both tree species. The SPAD values were lower in the tip of the first order branches than the base in both tree species. The SPAD values were correlated negatively with *RLI* in *P. yedoensis*, but not in *P. pendula*. The results would be influenced by the imbalance of plant hormone in the first order branches, which cause the weeping of *P. pendula*.

**Key words** : *Prunus pendula* Maxim., *Prunus yedoensis* Matsumura, within-crown light distribution, chlorophyll content, specific leaf area