

## チャにおける光合成の冬期低下現象と 品種及び葉齢との関係

岡 野 邦 夫・松 尾 喜 義

(農林水産省野菜・茶業試験場)

1993年9月22日受理

**要 旨** : チャ越冬葉の冬期の光合成低下の少ない品種の育成,あるいは光合成低下を最小にする栽培管理技術の開発を目的として,越冬葉の冬期の光合成低下の品種間差及び葉齢間差について検討した。光合成活性は酸素電極で測定した。耐寒性極強の‘やまとみどり’とやや強の‘やぶきた’の冬期の光合成活性の低下は相対的に少なく,春先の活性の回復も順調であった。一方,耐寒性が弱い‘印雑 131’の冬期の光合成活性の低下は著しく,春期の活性の回復も明瞭ではなかった。耐寒性がやや弱い‘べにひかり’は,これら2グループの中間的な光合成活性の変動を示した。このように越冬葉の光合成低下程度と,その品種の耐寒性の強弱の間には密接な関係が認められた。また未成熟な状態で冬期の低温に遭遇した秋整枝後の遅れ芽は,冬期の光合成活性の低下が著しかった。そこで冬期の光合成低下と株表層葉の葉齢の関係を検討した。秋期の光合成活性は四番茶葉,三番茶葉,二番茶葉の順で,葉齢の若い葉ほど高かった。しかし,冬期の光合成低下率はいずれの茶期の葉でも40%前後であり,葉齢との関係は認められなかった。四番茶葉は晩秋の生長停止期までに成熟を完了していたと判断されたことから,形態的・生理的に成熟が完了した葉では,茶期あるいは葉齢が異なっても,低温ストレスに対する感受性に差はないと結論された。

**キーワード** : 越冬葉, 光合成, 酸素電極, 耐寒性, チャ, 低温ストレス, 品種, 葉齢。

**Winter-depression of Photosynthesis in Tea Plants with Special Reference to Cultivar and Leaf Age :**  
Kunio OKANO and Kiyoshi MATSUO (*National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants & Tea, Kanaya, Shizuoka 428, Japan*)

**Abstract** : Winter-depression of photosynthesis in overwintering leaves of tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) plants was investigated with special reference to cultivar and leaf age. Photosynthetic activity of the leaves was measured with an oxygen electrode. In cold-resistant cultivars ‘Yamatomidori’ and ‘Yabukita’, depression of leaf photosynthesis in winter was relatively slight and recovery of the activity in early spring progressed favorably. Conversely, winter-depression of photosynthesis was severe in the cold-sensitive cultivar ‘Inzatsu-131’, and the recovery in spring was slight. Less cold-sensitive cultivar ‘Benihikari’ showed the intermediate response to low temperature between these two groups. Thus, there was a close relationship between the degree of depression of photosynthesis during winter and the extent of cold-resistance among the four cultivars examined. As the late-sprouting immature leaves showed marked depression of photosynthesis in winter, photosynthetic activity during winter was compared among leaves with different leaf ages. Maximum activity before the winter cold was highest in the fourth crop leaves which were most recently matured, followed by the third and the second crop leaves. Under winter cold, however, photosynthetic activities were equally depressed by 40% in leaves of all ages, indicating that the depression of photosynthesis was not affected by the leaf age. These results suggest that fully mature tea leaves with different ages would have same susceptibility to low temperature stress.

**Key words** : Cold-resistance, Cultivar, Leaf age, Low temperature stress, Overwintering leaves, Oxygen electrode, Photosynthesis, Tea.

常緑の木本植物であるチャは,冬期間においても多数の緑葉を保持している。これら越冬葉の光合成活性は晩秋期の気温低下にともなって低下し,厳冬期には秋期の1/2~1/3程度の低い値となるが,春先の気温の上昇につれてかなりの程度回復する<sup>4,14,20)</sup>。冬期の茶樹は生長停止の状態にあり,この間の光合成産物は自己消費される部分が少ないので,秋から冬にかけて多量の炭水化物が根や茎に蓄積する<sup>16,20,21)</sup>。この貯蔵炭水化物の大部分は翌春の一番茶生長期に植物体から消失する<sup>10,12)</sup>ことから,新芽生長に必要なエネルギー生成のための呼吸基質

として利用されると考えられている<sup>7)</sup>。従って貯蔵炭水化物量は一番茶の収量や品質を決定する重要な要因の一つと考えられ,その量的増大のためには冬期の越冬葉の光合成低下をできるだけ防ぐ必要がある。

冬期の茶樹の低温障害は,その被害症状や発生原因別に凍害,寒害,裂傷型凍害などに分類される<sup>24)</sup>。耐凍性は遺伝的支配を受けることが知られており,耐寒性にもかなりの品種間差がみられる<sup>13,19,22)</sup>。耐凍性や耐寒性の強弱は,一般に低温遭遇後の植物体の可視被害程度で判断されているが,この序列と冬

期の越冬葉の光合成低下程度の間には何らかの関係があると予想される。しかしチャ越冬葉の光合成については測定例が少なく<sup>4,20)</sup>、品種間差は明確になっていない。冬期の光合成低下についても明らかな品種間差が存在するならば、耐凍性・耐寒性品種の育成と同じく光合成低下程度の少ない品種の育成も可能と思われる。

近年の機械摘採茶園では、摘採面積確保のため樹形は通常弧状に仕立てられる。このような茶園では、冬期の低温障害は株表層葉に集中的に発生する。この表層葉に何番茶の葉が露出するかは、三番茶摘採の有無あるいは秋整枝（二、三番茶摘採後に伸長した秋芽を整枝して摘採面を平滑にすること）の時期や深さ等で決まる<sup>18)</sup>。従って、表層葉の葉齢と光合成低下の関係を明らかにすることも、冬期の光合成低下を最小にする栽培管理技術の開発には欠かせない。

以上のような背景のもとに本研究では、成木茶園の越冬葉の冬期における光合成低下の品種間差及び葉齢間差について検討した。

## 材料と方法

### 1. 品種による越冬葉の光合成低下の差異

チャは中国種とアッサム種に大別され、日本在来種は中国種に含まれる<sup>18)</sup>。一般に中国種あるいは在来種は耐寒性が強く、アッサム種は弱い。これまでの報告<sup>13,19,22)</sup>を参考に、当時（金谷）品種見本園で慣行法により栽培されている品種群の中から、耐寒性が異なる以下の4品種を選定した。‘やまとみどり’は高冷地向きに在来種から選抜された極晩生品種で、耐寒性は極強に属する。‘やぶきた’も在来種から選抜された地域適応性の広い中生品種で、耐寒性はやや強い。‘べにひかり’は紅茶用に育成された晩生品種で、アッサム種を1/4含む雑種であり耐寒性はやや弱い。‘印雑131’は緑茶用に育成された早生系統であり、アッサム種を1/2含む雑種のため耐寒性は弱い。

光合成活性の測定は1991年11月から1992年5月にかけて行った。調査茶園では一番茶、二番茶を通常通り摘採した後、三番茶は摘採せず9月下旬に秋整枝を行った。従って、表層葉の大部分は三番茶葉で占められていたが、一部秋整枝後に伸長した遅れ芽も混在していた。測定は月2回ずつ行い、毎回の測定には外見が健全な表層葉を8枚ずつ用いた。但し、厳冬期には‘印雑131’の表層葉の低温障害は

著しかったため、赤褐色に変色した被害葉も含めて光合成活性の測定を行った。

### 2. 葉齢による越冬葉の光合成低下の差異

1992年に‘やぶきた’成木園において、冬期の低温の影響を直接受ける株表層部に二番茶葉、三番茶葉、四番茶葉をそれぞれ残すべく、摘採及び整枝を以下のように行った。1)二番茶葉区：5月上旬に一番茶を摘採した後、二番茶以降の摘採を行わず放任状態とし、9月下旬に二番茶葉が表層部に露出するよう三番茶枝条を刈り落とした。2)三番茶葉区：一番茶、二番茶を通常通り摘採した後、三番茶は摘採せず、9月下旬に三番茶葉が表層部に残るように秋整枝を行った。3)四番茶葉区：一、二番茶摘採に加えて、7月下旬に三番茶を摘採したのち放任状態とし、秋整枝も行わなかった。光合成活性の測定は1992年11月から1993年4月にかけて行ない、毎回の測定には健全な表層葉8枚ずつを用いた。なお参考のために、‘印雑131’の三番茶葉の光合成活性も並行して測定した。

また一部の葉については形態的特性の調査も行った。葉面積は自動面積計（林電工AAM-5型）で測定した。葉の全窒素含量はケルダール法で求めた。

### 3. 光合成活性の測定法

光合成活性は青木<sup>2)</sup>の方法に準じて酸素電極（Rank Brothers社、英国）で測定した。圃場より採取した葉は乾燥を防ぐため葉柄部を水に浸して保存し、順次測定に供した。葉の中肋中央の両側より10×5mm角の葉片2枚を特製リーフパンチで打ち抜き、蒸留水に浮かべて白熱電球下で60分間予備照射（3klx）を行った。次に葉片をカミソリでさらに18等分し、約1.7mm角に細断した葉小片を1.9mlのリン酸緩衝液（50mM、pH7.0）の入った反応ベッセルに入れ、マグネチックスターラーで攪拌した。恒温水槽の温度は25℃に設定した。光源としてスライドプロジェクター（キャビンIII型、150W）を用いて60klxの光強度で6分間前照射した後、炭酸固定反応の基質として100μlの400mM重炭酸ナトリウム溶液を加えた。光照射下での酸素放出速度を見かけの光合成速度、暗黒下での酸素消費速度を暗呼吸速度とした。

## 結 果

### 1. 耐寒性の異なる4品種の光合成活性

1991年11月から1992年4月末までの気温の推移を第1図に示す。これは当試験場内に設置された

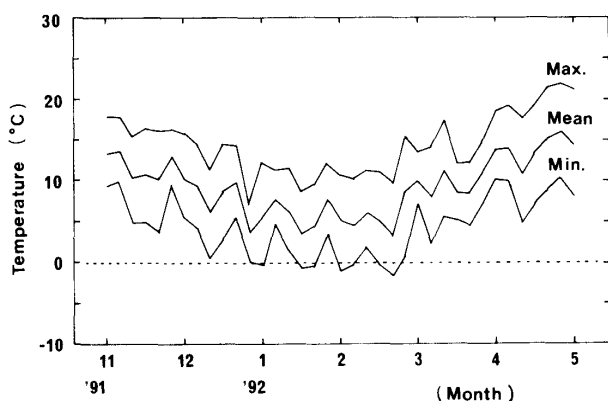


Fig. 1 Changes in air temperature during the winter season of 1991-1992 at the NIVOT, Kanaya, Shizuoka. Temperature was expressed as the average value of every five days.

気象観測装置により得られたデータを5日毎に平均したものである。11月以降徐々に低下を始めた気温は、1月中旬から2月中旬にかけて最も低くなり、3月に入ると再び上昇を始めた。チャの耐寒性と最も関係が深い最低気温も1月から2月が最も低く、日最低気温が氷点下（最低記録は $-4.7^{\circ}\text{C}$ ）となることも多かった。調査したすべての品種で、厳冬期には葉が赤褐色に変色するものが認められたが、それは特に「印雑131」で著しかった。

測定対象とした4品種について、三番茶葉の冬期の光合成・呼吸活性の変動を第2図に示す。11月上旬の測定開始時には、4品種とも  $250 \mu\text{mole O}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ （以下  $\mu\text{mole}$  と略記）前後とほぼ等しい光合成活性を示した。1月に入ると各品種とも光合成活性は徐々に低下し始め、2月中旬に活性は最低となり、3月に入るとやや回復したが、4月上旬の一番茶萌芽期以降再び低下した。これ以降、新芽生長にともなって越冬葉は急速な生理的老化過程に入る<sup>3)</sup>。品種別にみると「やまとみどり」と「やぶきた」は類似した光合成活性の変動を示した。両品種とも厳冬期には最盛期の50-60%程度まで光合成活性は低下したが、その程度は4品種の中では相対的に小さく、また春先の活性の回復も比較的順調であった。一方、「印雑131」は他の品種と比較して1月以降の光合成活性の低下が著しく、厳冬期の活性は最盛期の30%前後となった。また春先の活性の回復も明瞭には認められなかった。「べにひかり」はこれら2グループの中間的な光合成活性の変動を示した。越冬葉の呼吸活性は  $60-90 \mu\text{mole}$  の範囲の値であり、冬期の変動は比較的小さかった。品種別にみた場合、「印雑131」の呼吸活性が一貫して高いのが特徴的であ

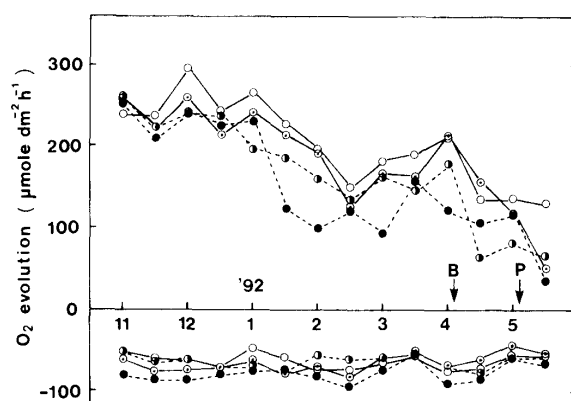


Fig. 2 Seasonal changes in photosynthetic activities of the third crop leaves from four cultivars differing in cold resistance.

○—○; Yamatomidori (highly resistant), ○—□; Yabukita (resistant), ●—●; Benihikari (sensitive), ●—■; Inzatsu-131 (highly sensitive).

Values are the mean of eight leaves. Minus value of oxygen evolution indicates the dark respiration.

B; Bud break of the first flush in cv. Yabukita, P; Plucking of the first crop in cv. Yabukita.

った。

「やぶきた」と「印雑131」について、冬期の光合成活性の変動を三番茶葉と秋整枝後の遅れ芽（以下遅れ芽と略す）とで比較した結果を第3図に示す。外観的にみた低温障害として、成熟し葉色の濃い三番茶葉では赤褐色への変色がしばしば認められたが、未熟で葉色の薄い遅れ芽では、顕著な葉色の変化は観察されなかった。「やぶきた」では、三番茶葉と遅れ芽の光合成活性は12月中はほぼ同等であったが、1月以降の活性低下は遅れ芽で著しかった（第3図A）。厳冬期の遅れ芽の光合成活性は三番茶葉の1/2以下の低い値となり、春先の活性の回復もほとんど認められなかった。呼吸活性に関しては、三番茶葉と遅れ芽の間に差はなかった。なお三番茶葉の4月以降の光合成活性の再低下過程においては、測定葉間で活性が大きく変動した。これは比較的健全な葉と活性が低い状態の葉が混在していたことを示す。「印雑131」においても、遅れ芽の光合成活性は1月以降急速に低下し、3月以降の活性の回復も少なかった（第3図B）。三番茶葉と遅れ芽の光合成活性は類似した変動パターンを示したが、これは三番茶葉の光合成低下の程度が著しいため、遅れ芽との差が明瞭でなくなったためと考えられた。

三番茶葉と遅れ芽の形態的特性を第1表に示す。

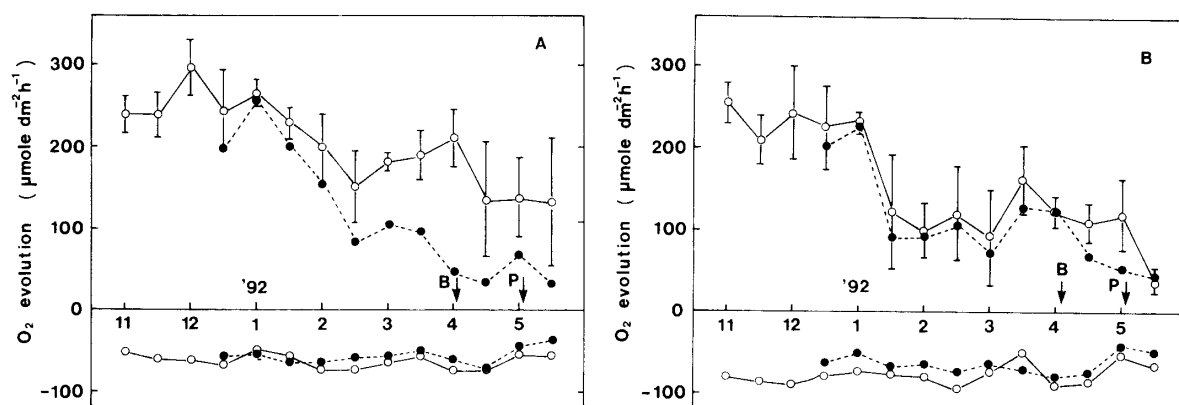


Fig. 3 Differences in the depression of photosynthesis during winter between the third crop leaves (○—○) and the late-sprouting immature leaves after the autumn skiffing (●---●) in cv. Yabukita (A) and in cv. Inzatsu-131 (B). Values are the mean of eight leaves  $\pm$  standard deviation. Symbols are the same as in Fig. 2.

Table 1. Morphological features of the third crop leaves and the late-sprouting immature leaves after the autumn skiffing.

Cultivar	Crop season	Leaf area (cm <sup>2</sup> /leaf)	Dry Weight (mg/leaf)	SLA (cm <sup>2</sup> /mg)	Leaf colour
Yabukita	3rd crop	3.93	58.9	0.067	Dark green
	Late-sprouting	8.57	105.9	0.081	Yellow green
Inzatsu-131	3rd crop	7.33	155.8	0.047	Dark green
	Late-sprouting	15.86	258.9	0.061	Yellow green

Measurements were conducted on November 21, 1991.

Values are the mean of 10 leaves.

‘やぶきた’及び‘印雑131’ともに三番茶葉は遅れ芽に比べて非常に小型であった。これは葉の伸長時の茶樹の栄養状態や気温などの違いを反映しているものと考えられた。一方、葉の薄さの指標である比葉面積 (SLA) は両品種とも遅れ芽が大であり、遅れ芽の葉色が非常に薄いことと考え合わせると、秋整枝後の10月上旬に発生した遅れ芽は、10月末から11月始めの生長停止期までに成熟が完了せず、未熟な状態のままで冬期の低温に遭遇したものと考えられた。

## 2. 表層葉の葉齢と光合成活性

前節の試験結果は、未熟な葉ほど冬期の低温に対する感受性が高く、光合成活性が低下しやすいことを示唆した。このことは秋整枝に際して株表層部に三番茶葉を残す場合と、より若い四番茶葉を残す場合とでは、冬期の光合成低下の程度が異なる可能性があることを意味する。そこで1992年度に、冬期の光合成低下と表層葉の葉齢すなわち茶期 (枝条の発生時期) の関係を検討した。

表層葉の茶期別にみた冬期の光合成活性の変動を

第4図に示す。各葉の光合成活性は前年度とはやや異なり、12月から2月中旬まではほぼ同じ水準を維持した。しかし、2月下旬から3月下旬にかけて活性は急激に低下し、4月以降やや回復した。‘やぶきた’の茶期別の葉で比較すると、12月から1月にかけての光合成活性は四番茶葉が300  $\mu$ mole以上と最も高く、以下三番茶葉、二番茶葉の順であり、葉齢が若い葉ほど活性が高かった。2月下旬から3月下旬にかけて各葉とも光合成活性は最も低下した。その低下率は、二番茶葉、三番茶葉および四番茶葉で、それぞれ低下前の64%、62%、60%前後と類似しており、当初予想された葉齢の最も若い四番茶葉の低下率が特に大きい、といった傾向は認められなかった。‘印雑131’三番茶葉の初冬期の光合成活性は‘やぶきた’二番茶葉と同程度であったが、前年度と同じく2月下旬からの活性低下は‘やぶきた’より著しく49%前後であった。呼吸活性については茶期による差は認められなかったが、品種別にみた場合‘印雑131’の呼吸活性は‘やぶきた’より高かった。

測定に用いた茶葉の形態的あるいは生理的成熟度

を示すいくつかの指標を第2表に示す。前年度と同じく、三番茶葉は他の茶期葉に比べて葉が非常に小型であることが特徴的であった。問題となる四番茶葉についてみると、その萌芽は8月中旬であり、生長停止期の10月下旬までには2カ月以上が経過しているため、この時期までに葉面積の拡大は完了していた。葉の厚みをみると、SLAの値で示されるように二、三番茶に比べて四番茶葉はやや薄い、葉色は濃緑であった。全窒素含有率は遅く発生した葉、すなわち葉齢の若い葉ほど高かった。また光合成活性が高いことから、四番茶葉は生長停止期の10月下旬までには形態的・生理的に成熟していたものと判断された。

## 考 察

### 1. 酸素電極で求めた光合成活性

植物葉の光合成活性の測定法として、現在は赤外線 CO<sub>2</sub> 分析計を用いた同化箱法が一般的である。本

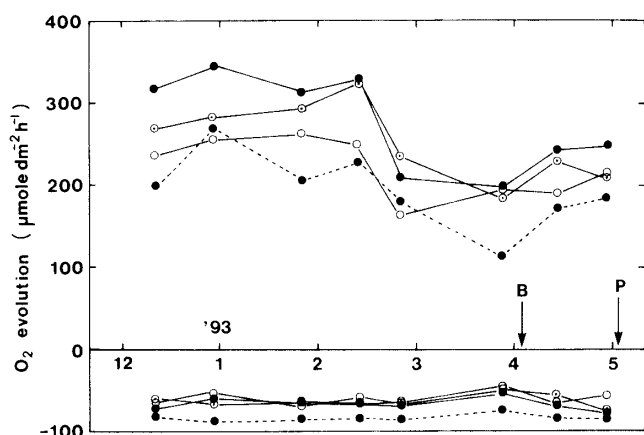


Fig. 4 Comparison of the winter-depression of photosynthesis among the second (○—○), the third (○—○) and the fourth crop leaves (●—●) in cv. Yabukita and the third crop leaves of cv. Inzatsu-131 (●—●). Values are the mean of eight leaves. Symbols are the same as in Fig. 2.

研究で用いた酸素電極法は、光照射下の葉が光合成的に発生する酸素量を検出するもので、同化箱法と比較した最大の利点は測定の簡便さと迅速さにある。今回の測定に際して設定した光強度、温度、緩衝液の pH、葉片のサイズなどは、チャの葉片が最大の酸素放出速度を示す測定条件である<sup>2)</sup>。従って、ここで得られた値はいわば潜在的な光合成活性といえる。細断された葉小片を用いる酸素電極法の測定条件は、インタクト葉を用いる同化箱法の測定条件とはかけ離れているため、得られた値に関しては問題点も指摘されているが<sup>17)</sup>、相対的な葉の光合成活性の比較には有効と考えられる。またガス交換が主に葉片の切り口から行われるため気孔開閉の影響を回避でき、光合成反応系への環境ストレスの影響をより直接的に捉えることができる<sup>2)</sup>。このような特性を持つ酸素電極法は、今回の実験目的には適した方法と考えられる。但し、厳冬期の圃場条件下における茶葉の実際の光合成速度や気孔反応などについては、携帯型光合成蒸散測定装置などを用いて、改めて確認する必要がある。

### 2. 越冬葉の光合成低下あるいは阻害

チャ越冬葉の光合成活性は冬期の気温低下に伴って低下し、厳冬期には秋期の活性の 40-60% の値となるが、翌年春の気温の上昇につれてある程度回復することが、何人かの研究者によって報告されている<sup>4,14,20)</sup>。本実験においても同様の結果が得られ、越冬葉の光合成活性は気温の推移と類似した変動を示した(第1図、第2図)。なお越冬葉の光合成活性の明瞭な低下は、1991 年度には従来の報告<sup>4)</sup>と同じく1月中旬に認められたが、1992 年度にはそれらよりかなり遅れて2月下旬に初めて低下が認められた(第4図)。1992 年12月から1993 年1月にかけては暖冬傾向で推移し、2月から3月にかけて低温のピークがきたこと(データ略)が、その一因と考えられる。

一番茶は収量品質ともに他の茶期より優れている

Table 2. Morphological features of the second, the third and the fourth crop leaves.

Cultivar	Crop season	Leaf area (cm <sup>2</sup> /leaf)	Dry Weight (mg/leaf)	SLA (cm <sup>2</sup> /mg)	Leaf colour	Total-N (%)
Yabukita	2nd crop	13.9	161.5	0.086	Dark green	3.30
	3rd crop	5.7	64.7	0.088	Dark green	3.51
	4th crop	11.7	111.7	0.105	Dark green	3.86
Inzatsu-131	3rd crop	5.2	62.6	0.083	Dark green	4.05

Measurements were conducted on November 4, 1992.

Values are the mean of 10 leaves.

ため、その生長の良否が年間の生産量や生産額を大きく左右する。一番茶新芽の生長を支えるのは、その時に着生している越冬葉の光合成生産と、秋冬期間に蓄積された貯蔵炭水化物量である<sup>15)</sup>。近年は、前者がより重要であることを示唆する実験結果がいくつか報告されている<sup>10,11,12,20)</sup>。従って一番茶の生産性を向上させるためには、越冬葉に対する低温の阻害的影響をできるだけ軽減し、翌春まで葉を健全な状態に維持することが必要となる。このことは必然的に貯蔵炭水化物量の増加にも結び付く。このような観点から、青木<sup>4)</sup>は越冬葉の光合成低下を低温阻害として捉え、阻害は暗反応ではなく明反応部分に起こること、明反応阻害は主として光化学系 II の阻害であること<sup>5)</sup>、また低温阻害は強光により促進されるため、人為的な遮光は低温障害を軽減しうること<sup>6)</sup>等を明らかにした。

茶園の生育診断を目的として数多くの越冬葉の光合成活性を測定した（未発表）ところ、低温により葉色変化が生じた葉では、例外なく光合成活性の低下がみられた。一方、成熟葉あるいは未熟葉に関わらず、外見的には何ら低温障害が認められない葉においても、しばしば光合成低下現象が観察された。また冬期に低下した光合成活性も、春先の気温の上昇にともなうレベルにまで回復することが多い。従って、冬期の茶葉の光合成低下の原因が、低温に起因する何らかの機能障害にあるのか、それとも茶樹の休眠<sup>9,23)</sup>と関連した生理的現象なのかの判別は難しい。おそらく両者が混在しており、冬期の気温低下にともなう様々な内的要因<sup>8)</sup>により越冬葉の光合成活性は低下するが、低温障害はその傾向をさらに助長し、障害を受けた葉では翌春の光合成活性の回復が難しいものと考えられる。越冬葉の冬期の光合成低下の原因については、さらに研究が必要であろう。

### 3. 光合成低下の品種間差

本実験で用いた 4 品種の冬期の光合成低下程度は、その品種の耐寒性の強弱と平行関係にあった。すなわち耐寒性が極強の‘やまとみどり’と、やや強の‘やぶきた’の間には顕著な差はみられなかったが、耐寒性の最も弱い‘印雑 131’では著しい光合成低下が観察され、耐寒性のやや弱い‘べにひかり’でもかなりの活性低下がみられた(第 2 図)。青木<sup>4)</sup>も、紅茶用に育成されたアッサム雑種の‘はつともみじ’は、在来種からの育成系統である‘NN 27’や‘Z 1’と比べて、冬期の越冬葉の光合成低下程度が大きい

ことを認めている。これ以外に冬期の光合成低下の品種間差に言及した報告は見当たらない。従って、まだ測定品種数が非常に少ないが、越冬葉の光合成低下程度と耐寒性の強弱との間に密接な関係が存在することは間違いないものと考えられる。冬期の光合成低下程度の少ないチャ品種の育成を進めるためには、さらに数多くの品種・系統について、越冬葉の光合成低下程度の測定を行い、これまでに報告されている耐寒性の強弱<sup>13,19,22)</sup>との関連を検討する必要がある。また茶樹の凍害、寒害の発生メカニズムや越冬葉の光合成低下機構の研究を進展させることも、両者の相関関係を解明するためには必要と考えられる。

### 4. 光合成低下の葉齢間差

越冬葉の葉齢に関した試験において、秋整枝後に伸長を開始し、晩秋期の生長停止期までに成熟を完了できなかった遅れ芽は、冬期の低温に対する感受性が高く、光合成活性が顕著に低下することが示された(第 3 図 A, B)。その結果を受けて翌年行った試験においては、茶期あるいは葉齢と冬期の光合成低下率の間には特別の関連は認められなかった(第 4 図)。すなわち形態的・生理的に成熟が完了した葉では、茶期あるいは葉齢が異なっても、低温ストレスに対する感受性に差はないとの結論が得られた。従って、株表層に三番茶葉を残すか、あるいは四番茶葉を残すかの判断は、低温に対する感受性以外の要因を基準に決めればよいことになる。一方、葉齢別の葉間で低温感受性に差はみられなかったが、光合成活性の絶対値は、葉齢の若い葉ほど高かった。従って、冬期茶園の物質生産を考えた場合、株表層部には三番茶葉より四番茶葉を残すことが望ましいといえる。ただし、一般に四番茶枝条の生長量は旺盛ではなく、越冬葉として十分な葉量や葉層を確保することは困難なため、これは茶樹の栄養状態が良好な茶園にのみ適用可能な栽培技術と考えられる。

今回の研究結果が示した重要な点のひとつは、晩秋の生長停止期までに表層葉の成熟を完了させるには、最終の摘採時期をいつにすべきかということである。それには開葉後何日で茶葉が形態的・生理的に成熟するかを知る必要がある。チャでは発生してくる新芽を次々に摘採し、葉が成熟するまで放置することは少ないためか、この点に関する知見は以外に少ない。青木<sup>1)</sup>は、幼木の二番茶葉の光合成速度は葉面積拡大停止期(開葉後約 30 日)に最大値を示し、その後は徐々に減少することを報告している。また

酒井<sup>20)</sup>は一番茶葉の光合成速度について、摘採を行わなければ開葉後45日頃には低下を始めると述べている。これらの結果から一般に、茶葉は開葉後30日前後で機能的に完成するとされている。筆者ら(未発表)も、一番茶葉の光合成速度は葉面積拡大停止期までは上昇するが、以後停滞することを観察している。しかし、その値は最大活性を示す秋期の成熟葉の約50%しかなく、また葉緑素計(ミノルタ, SPAD-502)の指示値は葉面積が最大に達した後も増加を続けた。これらの結果は、開葉後30日程度の葉はまだ未熟であり、成熟が完了するにはさらに日数を要することを示唆している。葉が未成熟にもかかわらず、葉面積の拡大完了直後から光合成活性が低下し始める原因の一つは、受光環境の悪化にあると考えられる。すなわち株表層部に密生して伸長する枝条相互の遮へい、あるいは40-50日間隔で発生してくる次茶期新芽による遮光などによって、茶葉は機能的に十分成熟する以前に陰葉化してしまうのではないかと予想される。これらの点の検討も含めて、茶葉が開葉後何日で形態的・生理的に成熟するかに関しては、今後さらに詳細な検討が必要と考えられる。

**謝 辞**：本論文作成に際し、貴重な御助言をいただいた野菜・茶業試験場築瀬好充茶業研究官に深謝いたします。

### 引用文献

1. 青木 智 1980. 茶葉の生育に伴う光合成機能の変化. 茶技研 59:1-9.
2. 青木 智 1981. 酸素電極による茶葉小片の光合成酸素発生速度の測定法. 茶技研 61:1-5.
3. Aoki, S. 1981. Effects of plucking of young tea plants on their photosynthetic capacities in the mature and overwintered leaves. Jpn. J. Crop Sci. 50:445-451.
4. Aoki, S. 1984. Inhibition of photosynthetic light reactions in overwintering tea leaves during winter cold. Jpn. J. Crop Sci. 53:396-402.
5. Aoki, S. 1986 a. Site of cold-induced depression of photosynthesis in overwintering tea leaves. Jpn. J. Crop Sci. 55:489-495.
6. Aoki, S. 1986 b. Interaction of light and low temperature in depression of photosynthesis in tea leaves. Jpn. J. Crop Sci. 55:496-503.
7. 青野英也・酒井慎介・山下正隆・石垣幸三 1986. チャの根の發育・生理に関する研究史的解説. 茶技研 69:1-16.
8. Graham, D. and B.D. Patterson 1982. Responses of plants to low, nonfreezing temperatures: proteins, metabolism, and acclimation. Ann. Rev. Plant Physiol. 33:347-372.
9. 八戸三千男・近藤貞昭・池田奈実子・和田光正・根角厚司 1988. 暖地におけるチャ品種の休眠特性と気象要因の影響. 野菜茶試研報 D-1:69-78.
10. 袴田勝弘・酒井慎介 1980. 幼茶樹における冬期<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>光合成産物の転流と再分布. 茶技研 58:11-19.
11. 袴田勝弘・酒井慎介 1980. 幼茶樹における春期<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>光合成産物の転流と産物. 茶技研 58:21-28.
12. 袴田勝弘・酒井慎介 1981. 幼茶樹における秋期<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>光合成産物の転流と再分布. 茶技研 61:11-21.
13. 原田重雄・渡辺 明・加納照崇 1958. 茶樹の耐寒性に関する研究.(第2報)冬期における茶品種の耐寒性の差異について. 東海近畿農試研報(茶)7:25-38.
14. 原田重雄・加納照崇・酒井慎介 1957. 茶樹の炭素同化作用に関する研究.(第2報)同化作用の日変化と季節的推移. 茶技研 17:1-6.
15. 原田重雄・加納照崇・酒井慎介 1961. 茶樹の炭素同化作用に関する研究.(第5報)成木茶園の同化作用(2). 茶技研 25:1-10.
16. 久田秀彦 1992. 幼茶樹における一番茶生育期の樹体内炭水化物の減少. 静岡茶試研報 16:61-64.
17. 石井龍一 1981. 葉の光合成速度の測定. 加藤 栄ら編. 光合成研究法. 共立出版, 東京. 13-33.
18. 大石貞男 1985. 茶栽培全科. 農文協, 東京. 1-268.
19. 倉貫幸一 1988. 品種の主要特性と選び方. 静岡県茶業会議所編, 新茶業全書. 静岡県茶業会議所, 静岡. 63-87.
20. 酒井慎介 1987. 茶樹の光合成, ならびに物質生産に関する研究. 茶試研報 22:19-273.
21. 讀井 元・中山 仰・加納照崇・酒井慎介 1967. 幼茶樹の生育に伴う体内成分の変化に関する研究. 茶試研報 4:1-33.
22. 鳥屋尾忠之・家弓実行・勝尾 清・松下 繁 1974. チャの耐寒性の品種間差異と早期検定. 茶試研報 9:1-72.
23. 築瀬好充 1971. 茶樹の冬芽の休眠に関する研究. 日作紀 40(別2):33-34.
24. 築瀬好充・青野英也・杉井四郎 1974. 茶樹の越冬障害の発生機構とその防止法. 茶樹研報 10:1-90.