

ミズナラ,ダケカンバ,ウラジロモミの葉の水分特性の季節変化

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	丸山,温 森川,靖
発行元	日本林學會
巻/号	66巻12号
巻号補足	
掲載ページ	p. 499-505
発行年月	1984年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

ミズナラ、ダケカンバ、ウラジロモミの葉の水分特性の季節変化

丸山 温*・森川 靖*

丸山 温・森川 靖: ミズナラ、ダケカンバ、ウラジロモミの葉の水分特性の季節変化
日林誌 66: 499~505, 1984 ミズナラ、ダケカンバ、ウラジロモミの葉の水分特性の季節変化を調べた。いずれの樹種も、生育期間中、全水分量のおよそ 15~20% を失うと、圧ポテンシャル (Ψ_p) が 0 になるようであった。 Ψ_p が 0 になるときの水ポテンシャル (Ψ_w^{tlp}) および十分吸水したときの浸透ポテンシャル (Ψ_s^{sat}) は、いずれの樹種も新葉で高く、新葉の成熟が進むにつれて低下した。夏季の雨の日が続いたあとの成熟葉の Ψ_w^{tlp} , Ψ_s^{sat} は、ミズナラ、ダケカンバで高い値を示した。これらの樹種の Ψ_w^{tlp} , Ψ_s^{sat} は、9 月以降徐々に低下した。一方、ウラジロモミのこれらの値は夏季のあいだほぼ一定であったが、9 月以降は徐々に低下した。細胞の体積弾性率 (ϵ) は、ミズナラ、ダケカンバでは新葉で低く、成熟葉で高かったが、ウラジロモミでは逆に、新葉で高く成熟葉で低かった。落葉前の ϵ は、ミズナラでは上昇したが、ダケカンバでは低下した。成熟葉の水分特性を樹種間でくらべると、ダケカンバで水分量の低下に対する Ψ_p の低下が著しかった。また、ダケカンバの Ψ_w^{tlp} , Ψ_s^{sat} は最も高く、 Ψ_w に対する Ψ_p は最も低かった。

MARUYAMA, Yutaka & MORIKAWA, Yasushi: Seasonal changes of several water relations parameters in *Quercus crispula*, *Betula ermani*, and *Abies homolepis* J. Jap. For. Soc. 66: 499~505, 1984 Seasonal changes of several water relations parameters were studied in leaves of *Quercus crispula* BL., *Betula ermani* CHAM., and *Abies homolepis* SIEB. et ZUCC., using the pressure-volume technique. Water deficit at turgor loss was 15 to 20 % in each species during the growing season. Water potential at turgor loss (Ψ_w^{tlp}) and osmotic potential at full turgidity (Ψ_s^{sat}) in young leaves of each species were high but decreased rapidly as leaves developed. Increasing Ψ_w^{tlp} and Ψ_s^{sat} in mature leaves were observed after a rainy spell in *Q. crispula* and *B. ermani*, while they were relatively constant in *A. homolepis*. These increases will be osmotic adjustments under a humid environment. Ψ_w^{tlp} and Ψ_s^{sat} decreased in each species in autumn. Bulk modulus of elasticity (ϵ) was low in young leaves and high in mature leaves in *Q. crispula* and *B. ermani*, while it was high in young leaves and low in mature leaves in *A. homolepis*. In the latter case, the high value of ϵ is attributed to cell wall plasticity. Before senescence, ϵ increased in *Q. crispula* but decreased in *B. ermani*. In mature leaves, decreasing Ψ_p to decreasing leaf cell volume was largest and values of Ψ_p to Ψ_w were lowest in *B. ermani* among the three species.

I. はじめに

野外条件下における葉の水分状態は、含水率や水ポテンシャル (water potential, Ψ_w) などによりとらえられることが多い。しかし、これらの測定だけでは、気孔開閉や細胞内での物質代謝に重要な圧ポテンシャル (pressure potential, Ψ_p) の値がえられない不十分さがあり、 Ψ_w や含水率の値のみから水ストレスを論議することには問題があると思われる。すなわち、野外条件下でえられる含水率や水ポテンシャルが、葉の圧ポテン

シャルとどのような関係にあるのかしらべる必要がある。

Ψ_p の値を直接求めることは困難であり、 Ψ_w , Ψ_p および浸透ポテンシャル (osmotic potential, Ψ_s) の相互関係から求められている ($\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$)。この場合、含水率や Ψ_w , Ψ_s , Ψ_p などの相互関係は一定でなく、樹種(1), 季節(3, 10~12, 14), 葉齢, 葉位(14, 17), 水分状態の前歴(4~6, 8, 10, 16)などによって違ってくるといわれている。

そこで、ミズナラ、ダケカンバ、ウラジロモミについ

* 林業試験場 For. & For. Prod. Res. Inst., P.O.Box 16, Tsukuba Norinkenkyû-danchi, Ibaraki 305

て、葉の水分状態を構成する諸要因の相互関係を、新葉の展開期から 10 月中旬までしらべ、葉の生長過程や季節、樹種間での違いを検討した。

II. 材料と方法

ミズナラ (*Quercus crispula*), ダケカンバ (*Betula ermani*), ウラジロモミ (*Abies homolepis*) の枝を、那須山系白笹山中腹の大田原営林署管内ミズナラ二次林 (標高 1,100m) で採集した。採集の際、高さ(2)や光前歴(7, 17)による違いをさけるため、すべて地上約 3m 付近の陽あたりのよい枝を選んだ。およそ 70 cm~1m の長さの枝を切りとったのち、ただちに水切りを行い、実験室にもち帰ってビニール袋をかぶせて一晩吸水させた。十分吸水した試料から、ミズナラ、ダケカンバは先端付近の単葉を、ウラジロモミは先端付近の軸を含めた複数葉 (生重で 4~6g) を切りとって、測定に供した。

切りとった試料から徐々に水分を失わせ、水分含量の低下と木部圧ポテンシャル (xylem pressure potential, XPP: プレッシャー・チャンバーにて測定) の関係から、P-V 曲線 (pressure-volume curve, 図-1) をえた。この P-V 曲線法の理論および測定法の詳細については、すでに報告した(7) のでここでは省略する。

P-V 曲線から、圧ポテンシャル (Ψ_p) が 0 になるときの水ポテンシャル (Ψ_w^{tlp} , tlp: turgor loss point), 相対含水率 (RWC^{tlp} , RWC: relative water content) および全細胞内液量 (V_p), 十分吸水したときの浸透ポテンシャル (Ψ_s^{sat} , sat: saturated) および全細胞内液量 (V_o) を求めた (図-1)。

細胞内液に溶けている全溶質 osmole 数 (N_s) は、 V_o , N_s , Ψ_s^{sat} の関係を表わす式、

$$\Psi_s^{sat} = -\frac{RTN_s}{V_o} \quad (1)$$

R: ガス定数, T: 絶対温度

から求めた。絶対温度は、測定時の室温 25°C から 298°K で一定とした。

細胞の体積弾性率 (bulk modulus of elasticity, ϵ) を求める式は、これまでいくつか提唱されている(1, 2, 14, 15)。ここでは、CHEUNG ら(1) の式をもとにして、 V_p を基準にした細胞体積比 (relative cell volume, RCV: 図-1) の変化と Ψ_p の変化から求めた。RCV は、

$$RCV = (V_o - V_e) / V_p \quad (2)$$

の式で求めた。 ϵ は、RCV と Ψ_p の関係から、

$$\epsilon = d\Psi_p / dRCV \quad (3)$$

の式で求めた。

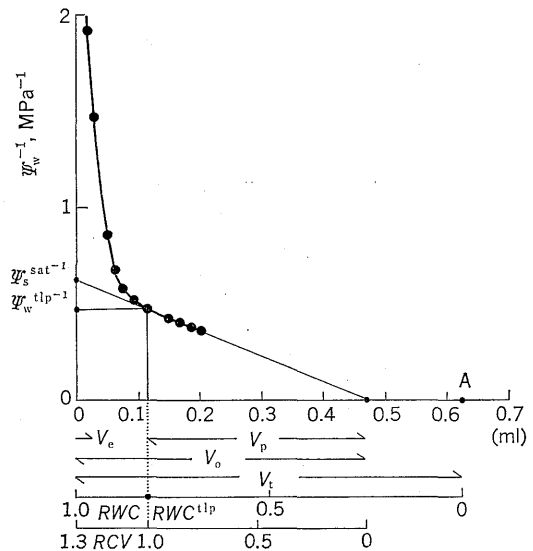


図-1. P-V 曲線 (ミズナラ, 1982年 6 月 21 日)
Pressure-volume curve for *Q. crispula* (June 21, 1982)

A: (十分吸水したときの葉の重量) - (葉の絶乾重) = V_t , V_e : 葉から失われる水の量, V_o : 十分吸水したときの全細胞内液量, V_p : 初発原形質分離をおこすときの全細胞内液量, RWC: 相対含水率 (relative water content), RCV: 細胞体積比 (relative cell volume)

A: saturated weight - dry weight, V_t : total volume of water at full turgidity, V_e : volume of water expressed from the sample, V_o : symplasmic water volume at full turgidity, V_p : symplasmic water volume at turgor loss, RWC: relative water content, RCV: relative cell volume

測定は、1982 年 5 月 20 日から 10 月 12 日までの間、ほぼ 2 週間おきに行った。ミズナラの場合、5 月 20 日の試料は新葉展開直後で葉面積が小さく、単葉での測定が不可能だったため、5 枚の葉をつけた小枝について測定した。ウラジロモミの場合、5 月 20 日の時点では新葉がえられず、測定できなかった。また、ダケカンバの場合、10 月 12 日にはほとんどの葉が変色、落葉していたため、測定できなかった。

なお、この P-V 曲線法は、再現性が高いことから、測定のくり返しは 1~2 回とした。2 回測定した場合、二つの P-V 曲線が一致することを確かめたうえで、1 回目の測定結果を代表値として用いた。

III. 結果と考察

Ψ_p が 0 になり、細胞が初発原形質分離をひきおこすときの相対含水率 (RWC^{tlp}) は、ミズナラで 0.81~0.87, ダケカンバで 0.78~0.87, ウラジロモミで 0.79~

0.87 で、樹種や測定時期による違いは小さかった(図-2)。すなわち、いずれの樹種も、十分吸水したときの葉の全水分量のおよそ 15~20% を失うと、圧ポテンシャル (Ψ_p) を失い、しおれをおこすようであった。

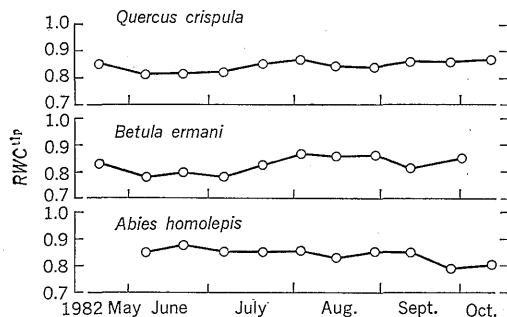


図-2. 圧ポテンシャルを失うときの相対含水率 (RWC^{tip}) の季節変化

Seasonal changes in relative water content at turgor loss (RWC^{tip}) in each species

ただし、葉の水欠差に対する耐性を考える場合は、 Ψ_p が 0 になるときの水ポテンシャル (Ψ_w^{tip}) や十分吸水したときの浸透ポテンシャル (Ψ_s^{sat})、 Ψ_w 、 RWC の変動に対する Ψ_p の変動なども考慮に入れることが必要で、 RWC^{tip} の値のみから耐乾性の比較はできない。

Ψ_w^{tip} 、 Ψ_s^{sat} は、5月20日の新葉ではミズナラでそれぞれ -1.06 MPa、-0.87 MPa、ダケカンバでそれぞれ -0.98 MPa、-0.82 MPa と高い値を示した(図-3)。その後、両樹種とも Ψ_w^{tip} 、 Ψ_s^{sat} は6月上旬に急激に低下し、さらに Ψ_w^{tip} は7月上旬まで、 Ψ_s^{sat} は6月中旬まで低下を続けた。またウラジロモミの場合も、新葉展開後 Ψ_w^{tip} は7月中旬まで、 Ψ_s^{sat} は7月上旬まで、徐々に低下した。新葉の展開から生長、成熟過程での Ψ_w^{tip} 、 Ψ_s^{sat} のこうした低下は、これまでの報告(3, 10, 12, 14)とよく一致した。展開直後の新葉の Ψ_w^{tip} 、 Ψ_s^{sat} が高いことから、水欠差に対するこれら新葉の Ψ_p の維持はむずかしく、水ストレスをおこす可能性が高い

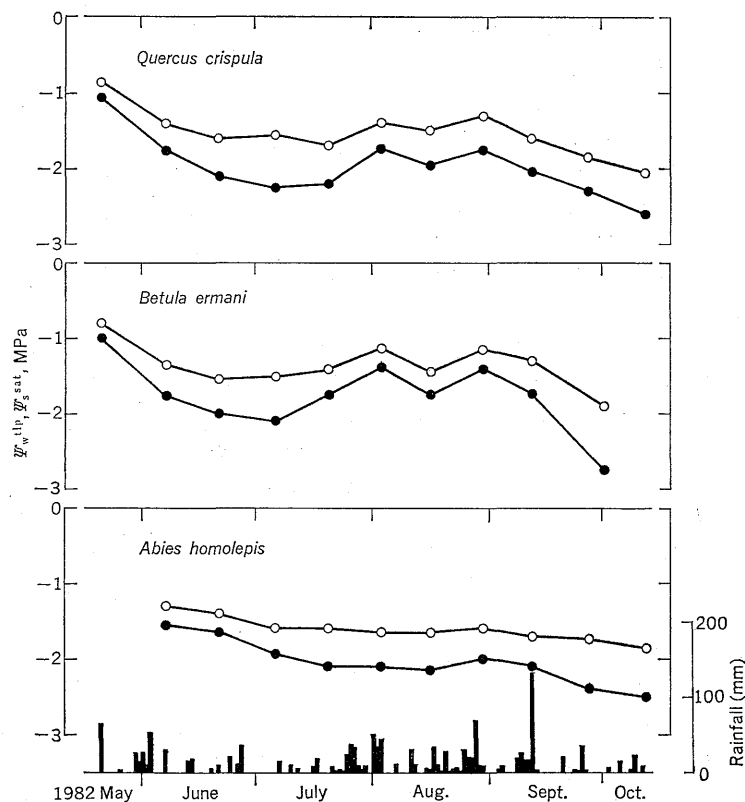


図-3. 圧ポテンシャルを失うときの水ポテンシャル (Ψ_w^{tip})、十分吸水したときの浸透ポテンシャル (Ψ_s^{sat}) の季節変化と、日降水量

Seasonal changes in water potential at turgor loss (Ψ_w^{tip}), osmotic potential at full turgidity (Ψ_s^{sat}) in each species, and daily rainfall

● Ψ_w^{tip} , ○ Ψ_s^{sat}

と考えられる。

7月中旬から9月上旬にかけて、ウラジロモミの $\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} はそれぞれ -2.1 MPa 前後, -1.65 MPa 前後で、ほぼ一定の値をとった。一方、ミズナラ、ダケカンバの値には変化がみられ、この変化は両樹種でほぼ一致していた(図-3)。乾燥状態の前歴によって $\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} が低下し、かん水や降雨などの高い湿度条件によって $\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} が上昇することは、浸透調節(osmotic adjustment)として知られている(4~6, 8, 10, 16)。ミズナラ、ダケカンバの8月3日と30日の $\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} が高かったのも、その前に長期間湿潤な天候が続いたことによるものと考えられる。一方、同じ立地に生育するウラジロモミの場合、8月30日に $\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} はわずかに上昇しているが、ミズナラ、ダケカンバのような顕著な上昇はみられなかった。このことは、浸透調節に、樹種による違いがあることを示している。

$\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} の値は、3樹種とも9月中旬以降低下した。とくにダケカンバでは、落葉前の10月1日の低下が著しかった。*Tsuga canadensis*(14), *Ilex opaca* AIT(12), *Fragaria virginiana*(9) などでも、秋から冬にかけての Ψ_s^{sat} の低下がみられる。これらは、気温の低下に対し、溶質量を増加させて低温に耐える性質を高めるための浸透調節と考えられている。しかし今回のウラジロモミの場合、10月中旬以降の測定は行わなかったため、 $\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} の低下が気温の低下によるものかどうかは明らかでない。一方落葉樹では、落葉前に $\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} が著しく上昇する例(3)や、大きく変化はしない例(10, 12, 14)はみられるが、低下するという報告はみられない。今回のミズナラ、ダケカンバの $\Psi_w^{t/p}$, Ψ_s^{sat} の低下が、樹種の違いによるものか、立地、環境条件の違いによるものかは、さらに詳しくしらべる必要があると思われる。

Ψ_s^{sat} の値は、(1)式から細胞内液量(V_o 、図-1)と、それに溶けている溶質 osmole 数(N_s)で決まる。そこで、単位葉乾重当りの V_o と N_s の値を求め、 Ψ_s^{sat} の変動との関係をしらべた。

いずれの樹種も、新葉展開後 $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ は低下を続けた(図-4)。これらの値の低下は、*Quercus alba* L., *Quercus rubra* L. でしらべられた例(10)と一致した。*Acer saccharum*(14)では、 $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ の値にそれぞれ5月下旬、6月中旬に極大値がみられるが、今回の測定ではこうしたピークはみられなかった。

展開直後の新葉は、葉面積、厚さの増大過程にあるので細胞の分裂、膨張がおきており、細胞内の水分量が多い。その後の葉の成熟過程では、2次細胞壁の構築など

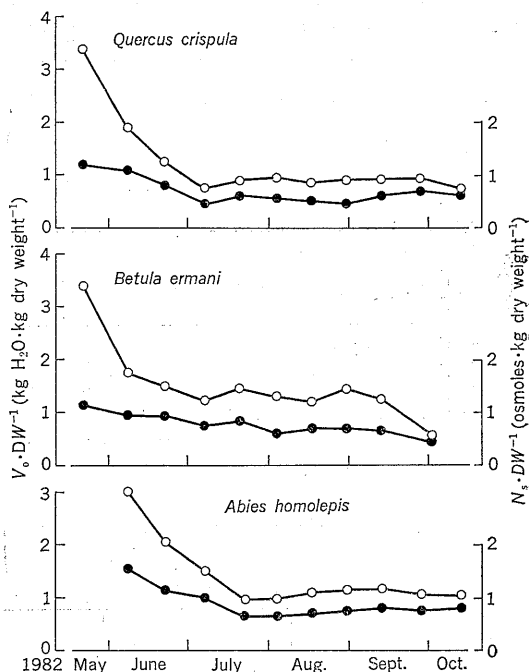


図-4. 単位葉乾重当りの飽水時の全細胞内液量($V_o \cdot DW^{-1}$)と溶質 osmole 数($N_s \cdot DW^{-1}$)の季節変化

Seasonal changes in volume of symplasmic water at full turgidity per unit dry weight ($V_o \cdot DW^{-1}$) and number of osmoles per unit dry weight ($N_s \cdot DW^{-1}$) in each species

○ $V_o \cdot DW^{-1}$, ● $N_s \cdot DW^{-1}$

による DW の著しい増加があるので、 $V_o \cdot DW^{-1}$ が低下すると思われる。 $N_s \cdot DW^{-1}$ の値にも $V_o \cdot DW^{-1}$ と同様の低下がみられたが、その割合は $V_o \cdot DW^{-1}$ とくらべて小さかった。したがって、葉の生長、成熟過程での Ψ_s^{sat} の低下(図-3)は、 $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ の変化の割合が異なったためと考えられる。

ここで、これら $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ の低下から、葉の生長、成熟過程で細胞内液量や溶質量が減少すると理解される。しかし、葉の生長、成熟過程では DW の増加が大きいので、 V_o や N_s の量が同じか、あるいは増加していても、 $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ は低い値となる可能性があり、 DW 当りの V_o , N_s を比較することには問題があろう。この DW 当りによる表示は、 DW の変化の少ない成熟葉での比較などに有効な方法と思われる。

ダケカンバの場合、 $N_s \cdot DW^{-1}$ は7月中旬以降も徐々に低下するようであった。 $V_o \cdot DW^{-1}$ は、7月から8月にかけて大きな変化はなかったが、9月以降急速に低下

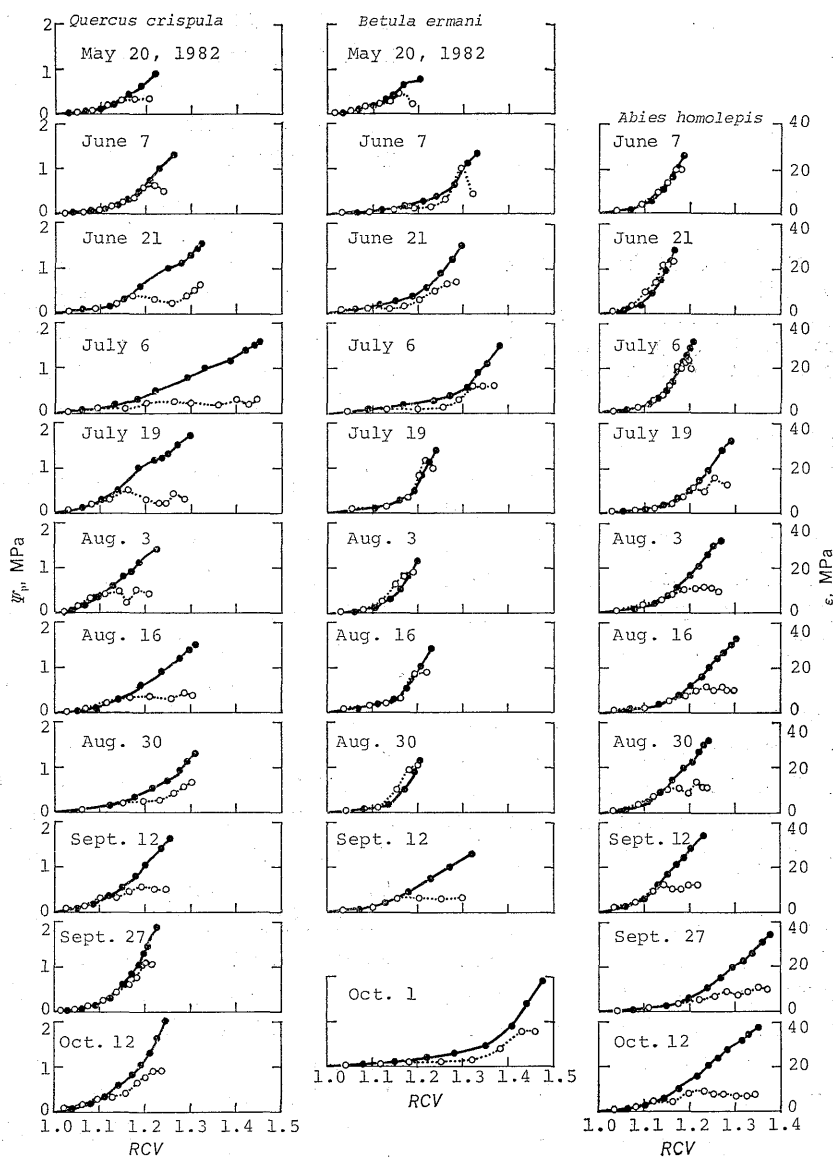


図-5. 細胞体積比 (RCV) と圧ポテンシャル (Ψ_p), 細胞の体積弾性率 (ϵ) の関係
Relationships between pressure potential (Ψ_p) and relative cell volume (RCV),
and bulk modulus of elasticity (ϵ) and RCV , in each species

● Ψ_p , ○ ϵ

した。したがって、9月以降の Ψ_s^{sat} の低下 (図-3) は、この $V_o \cdot DW^{-1}$ の低下によるものと思われる。一方、ミズナラ、ウラジロモミでは、7月以降 $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ の値に大きな変化はみられず、9月以降の Ψ_s^{sat} の低下 (図-3) との間にはっきりした関係はえられなかった。

葉細胞の膨潤度を表わす細胞体積比 (RCV) と圧ポテンシャル (Ψ_p), および RCV の変化に対する Ψ_p の変

化の割合を表わす細胞の体積弾性率 (ϵ) と RCV の関係を図-5 に示す。図-5 から明らかなように、 ϵ の値は RCV によって変化するので、樹種や時期による ϵ の違いは比較しにくい。そこで、ここでは膨潤状態に近い細胞の ϵ について、その比較を行った。

ミズナラ、ダケカンパの新葉では、細胞の体積変化に対する Ψ_p の変化はゆるやかで、 ϵ は低かった。すなわち、吸水によって細胞の体積を増やすことが容易であると

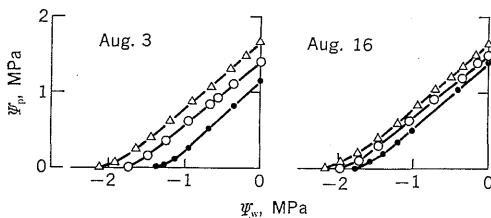


図-6. 水ポテンシャル (Ψ_w) と圧ポテンシャル (Ψ_p) の関係

Relationships between water potential (Ψ_w) and pressure potential (Ψ_p) in each species

○ *Q. crispula*, ● *B. ermani*, △ *A. homolepis*

思われる。ただし、これら新葉での細胞の体積増による拡大生長は、細胞の不可逆的膨張、すなわち細胞壁の可塑性によるものであって、 ϵ の値が低い、すなわち細胞壁が弾性に富むことは、かならずしも細胞の生長に有利であることにはならない(14)。この時期の ϵ の低い値は、TYREEら(14)が指摘しているように、展開後間もない新葉では、細胞壁が薄く、柔軟であったことによるものであろう。

ウラジロモミの場合も、新葉の細胞壁は薄いと考えられるが、ミズナラ、ダケカンバとくらべて ϵ は著しく高かった。細胞壁が薄いにもかかわらず、弾性に乏しく、体積減に対する Ψ_p の低下が大きいことは、吸水による細胞の体積増が可塑的膨張によるものが大きい可能性を示している。

$V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ (図-4) の値が比較的安定し始める時期、すなわち成熟葉になってからは、ミズナラ、ダケカンバでは細胞の体積変化に対する Ψ_p の変化が大きくなり、 ϵ は上昇した。この傾向は、ダケカンバでとくに著しかった。一方ウラジロモミの場合、逆に体積変化に対する Ψ_p の変化は小さくなり、 ϵ は低下した。

7月19日から8月30日の測定では、3樹種ともRCVと Ψ_p , ϵ の間に大きな変化はみられなかった。これらを樹種間でくらべると、 ϵ はダケカンバが最も高かった。ダケカンバの場合、この時期は Ψ_w^{tlp} , Ψ_s^{sat} も3樹種中最も高い値を示した(図-3)。また、同じ Ψ_w の値に対する Ψ_p の値は、ダケカンバが最も低かった(図-6)。これらのことから、この時期のダケカンバの水欠差に対する Ψ_p の維持は、他の2樹種とくらべてむずかしいと考えられる。

ミズナラ、ダケカンバでは、9月以降にRCVと Ψ_p , ϵ の間に大きな変化がみられた。ダケカンバでは、9月12日の測定時に ϵ は著しく低下した。すなわち、落葉に先立って、細胞壁の物理的強度が低下したもの(14)と

思われる。一方ミズナラでは、9月27日の測定時に ϵ は著しく上昇した。落葉前の ϵ の上昇は、*Acer rubrum* (13), *Carya tomentosa* NUTT. (10) でも認められるが、これらの樹種では、葉の老化に伴って細胞壁が弾性を失い、硬化したものと考えられる。

IV. ま と め

ミズナラ、ダケカンバ、ウラジロモミの葉の水分特性が、季節を通じて変化し、またその傾向が樹種によって異なることを明らかにした。ミズナラ、ダケカンバでは、大きく分けて、①生長、成熟過程、②成熟葉、③落葉前の三つの時期に、ウラジロモミでは前者二つの時期に分けられた。

展開後間もない新葉では、いずれの樹種も Ψ_w^{tlp} , Ψ_s^{sat} は高く、水欠差に対する圧ポテンシャルの維持はむずかしいようであった。また、 $V_o \cdot DW^{-1}$ はいずれの樹種も著しく高く、生長過程にある葉は大部分が細胞内液で占められていた。その後、 Ψ_w^{tlp} , Ψ_s^{sat} , $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ などの値は、葉の生長、成熟に伴って低下した。細胞の体積変化に対する圧ポテンシャルの変化は、ミズナラ、ダケカンバではゆるやかで ϵ は低かったが、ウラジロモミでは大きく、 ϵ は高かった。

成熟葉では、いずれの樹種も $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ には大きな変化はみられなかった。 Ψ_w^{tlp} , Ψ_s^{sat} は、ウラジロモミではほぼ一定の値をとったのち、徐々に低下した。ミズナラ、ダケカンバでは、長期間湿潤な日が続いたあとは、高い値を示した。 ϵ は新葉とは反対に、ウラジロモミで低く、ダケカンバで高かった。水欠差に対するダケカンバの Ψ_p の維持は、他の2樹種とくらべてむずかしいようであった。

落葉前では、ミズナラの $V_o \cdot DW^{-1}$, $N_s \cdot DW^{-1}$ はほとんど変化しなかったが、ダケカンバでは低下するようだった。 Ψ_w^{tlp} , Ψ_s^{sat} は両樹種とも低下したが、その割合はダケカンバで大きかった。 ϵ は、ミズナラで高く、ダケカンバで低かった。

一方、 RWC^{tlp} は測定期間中大きな変化はなく、また樹種による違いも小さかった。

引用文献

- (1) CHEUNG, Y.N.S., TYREE, M.T. & DAINTY, J.: Water relations parameters on single leaves obtained in a pressure bomb and some ecological interpretations. *Can. J. Bot.* 53: 1342~1346, 1975
- (2) HELLKVIST, J., RICHARDS, G.P. & JARVIS, P.G.: Vertical gradients of water potential and tissue water relations in Sitka spruce trees measured with the pressure chamber. *J. Appl. Ecol.* 11: 637~667, 1974

- (3) HINCKLEY, T. M., DUHME, E., HINCKLEY, A. R. & RICHTER, H.: Water relations of drought hardy shrubs: osmotic potential and stomatal reactivity. *Plant, Cell Environ.* 3: 131~140, 1980
- (4) HSIAO, T. C., ACEVEDO, E., FERERES, E. & HENDERSON, D. W.: Stress metabolism: water stress, growth, and osmotic adjustment. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 273: 479~500, 1976
- (5) IKE, I. F. & THURTELL, G. W.: Osmotic adjustment in indoor grown cassava in response to water stress. *Physiol. Plant.* 52: 257~262, 1981
- (6) JONES, M. M. & TURNER, N. C.: Osmotic adjustment in leaves of sorghum in response to water deficits. *Plant Physiol.* 61: 122~126, 1978
- (7) 丸山 温・森川 靖: 葉の水分特性の測定—*P-V*曲線法—. *日林誌* 65: 23~28, 1983
- (8) O'NEILL, S. D.: Role of osmotic potential gradients during water stress and leaf senescence in *Fragaria virginiana*. *Plant Physiol.* 72: 931~937, 1983 a
- (9) ———: Osmotic adjustment and the development of freezing resistance in *Fragaria virginiana*. *Plant Physiol.* 72: 938~944, 1983 b
- (10) PARKER, W. C.: Seasonal changes in several water relations parameters of white oak, northern red oak, and mockernut hickory. Unpubl. M.S. Thesis, University Missouri-Columbia, 1980
- (11) RICHTER, H., DUHME, F., GLATZEL, G., HINCKLEY, T. M. & KARLIC, H.: Some limitations and applications of the pressure-volume curve technique in ecophysiological research. In *Plants and their atmospheric environment* (GRACE, J., FORD, E. D. & JARVIS, P. G., eds.). 263~272, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1980
- (12) ROBERTS, S. W., STRAIN, B. R. & KNOERR, K. R.: Seasonal patterns of leaf water relations in four co-occurring forest tree species: parameters from pressure-volume curves. *Oecologia* 46: 330~337, 1980
- (13) ———, ——— & ———: Seasonal variation of leaf tissue elasticity in four forest tree species. *Physiol. Plant.* 52: 245~250, 1981
- (14) TYREE, M. T., CHEUNG, Y. N. S., MACGREGOR, M. E. & TALBOT, A. J. B.: The characteristics of seasonal and ontogenetic changes in the tissue-water relations of *Acer*, *Populus*, *Tsuga*, and *Picea*. *Can. J. Bot.* 56: 635~647, 1978
- (15) WARREN-WILSON, J.: The components of leaf water potential (II) Pressure potential and water potential. *Aust. J. Biol. Sci.* 20: 349~357, 1967
- (16) WILSON, J. R. & LUDLOW, M. M.: Time trends for change in osmotic adjustment and water relations of leaves of *Cenchrus ciliaris* during and after water stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 10: 15~24, 1983
- (17) 矢幡 久: スギ在来品種の水分特性 (I) プレッシャーチェンバーによる葉の水分特性の測定法の検討. *日林九支研論* 31: 115~116, 1978

(1983 年 12 月 23 日受理)

学会記事

○Whole-Plant Physiology シンポジウムのお知らせ

ユフロの Whole-Plant Physiology Working Party (52.01.05) は, "Coupling of carbon, water and nutrient interactions in woody plant soil systems" と題するシンポジウムを, 明 1985 年 10 月 6 日~11 日の間, 米国テネシー州ノックスビル (Knoxville) で開催されます。この集会は, 個体レベルの生理的研究を集め, 林木や果樹における炭素-水-養分のかかわりを 4 セッションにわけて取りあげる計画で, 次のような項目を含んでいます。炭素・水・養分のソース・シンク・貯蔵関係; 生理反応の日変化・年変化; 光合成, 転流, 蒸散, 養分・水の吸収, 養分の利用; 酵素および植物ホルモン

による生長調節; 植物の生長に及ぼす土壌・大気環境および根圏の影響; 環境要素にたいする個体間競争に影響する生理的特性; 個体レベルの研究手法など。

発表は招待論文 (invited papers) と申込み論文 (contributed papers) とし, 上記項目についての申込み論文をもとめています。希望者は 200~300 語の要旨 (4 部) をなるべく早く下記にお送りください (締切りは 1985 年 5 月 15 日)。要旨には著者名と連絡先を明記してください。

送付先: Dr. R. J. LUXMOORE

Environmental Science Division

Oak Ridge National Laboratory

Oak Ridge, Tennessee 37831, U. S. A.

問合せ先: 林業試験場造林部 浅川澄彦

(Tel. 0298-73-3793)