

植物の上陸とその後の進化 - 生態生理学の立場からの考察

Origin of land plants and their evolution: From an ecophysiological viewpoint

寺島 一郎[1]

Ichiro Terashima[1]

[1] 阪大・理・生物

[1] Biology Dept, Grad. Sch. of Sci. Osaka Univ.

植物の祖先が上陸して以来獲得したいくつかの性質について生態生理学の立場から議論する。

1. 大気は湿度 100 ではないので乾燥の厳しい環境である。水は生命の維持のために必須なので、植物は体表面をクチクラ (cuticle) でおおった。ところがクチクラは光合成の基質である二酸化炭素もとおさない。陸上植物が獲得した気孔は開閉が調節可能な表皮の穴であり、水分条件が良好な時には光が当たると開き蒸散によって水を失いつつも二酸化炭素を体内に取り入れることができる。水分が欠乏すると光があたっても開かない。気孔開閉の現象論とそのメカニズムとを紹介する。

2. 好適な条件で植物が生存するためには、周りの植物との資源（光、窒素、水分など）をめぐる競争に勝つ必要がある。そのためにはすばやい体表面積成長と、特に光をめぐる競争において、高さ方向の成長が必須である。

(2-1) すばやい体表面積成長のために植物がとった戦略は、水膨れ、すなわち膨圧による成長と形態維持であった。資源の獲得のために体表面積を増やすためには、細胞質を細胞の周りに押しつける液胞と、原形質と外環境とのインターフェースであるアポプラスト空間を作り出す張力に強い細胞壁とが重要な役割を果たしている。

(2-2) 高さ方向の成長を行うことは、光合成の資源である光の獲得と土壤に存在する水分と栄養塩の吸収、輸送の分業を意味する。地上部の葉と根を結ぶ通導組織の発達がこの分業を可能にした。120 m にも達する樹木の先端にまで水分と栄養塩を輸送するメカニズムについて議論する。とくに、蒸散のさかんな仮導管や導管の内部には - 数気圧から時には - 数十気圧におよぶ木部負圧が存在することを指摘したい。また、高さ成長に有利な樹木の体制について議論する。樹高が大きくなるにつれて、同化器官である葉に対する支持器官である幹などの比率が増大する。もし、幹の細胞が全部生きていれば、樹木はたちまち経済破綻に陥ってしまう。樹木の幹で生きているのは表面だけであり、内部はリグニンで力学的強度を付加した死細胞である。このことがかなりの樹高の樹木の生存を可能にしている。

3. 酸素濃度が上昇するにつれて、植物は炭酸固定酵素 (Rubisco) が酸素付加活性を有しその産物が Calvin-Benson 回路を阻害することに悩むことになる。水中生活をしていたときには体外に排出すればよかったが、上陸に際して阻害物質の無毒化の経路を作らなければならなかった。これが光呼吸回路である。この経路はエネルギーを大量に消費する。植物は Calvin-Benson 回路 / 光呼吸回路のフラックス比率をなるべく大きくするように様々な進化をとげた。葉の内部における二酸化炭素拡散に有利な葉緑体配置や、二酸化炭素濃縮機構を持つ植物などについて議論する。