

## 吉良先生と私のCWD研究

鹿児島大学農学部 米 田 健

“森林内での大形枯死材（CWD: Coarse Woody Debris）の分解過程”，これが吉良先生から与えられた卒論テーマであり，私のCWD研究のスタートとなった。当時の吉良研究室は，IBP（国際生物事業計画）の下で森林生態系の炭素代謝を研究の一つの柱としていた。CWDとしてのリター供給は時空的に変動性が大きく，これまでの土壤呼吸の観測法ではとらえにくい。一方，発達した森林では，CWD経由での炭素フラックスが大きいだろうとの読みで，この観測の必要性を感じられたのであろう。半島部マレーシアの発達した低地性熱帯雨林での観測結果はまさにその通りであった。その年間枯死量は全枯死量の約半分を占め，集積量は現存量のおよそ1割を占めた。またCWDの供給量と分解量とのバランスがとれる，いわゆる動的平衡状態が成立するには，少なくとも20ha×年（2ha×5カ所×2年間）程度の時空的広がり度で系をとらえる必要があることが，依田恭二先生との共同研究で明らかになり，プロジェクト研究としての一定の役割を果たすことができた。

研究の初期段階では分解作用のプロセス解明に興味をもった。樹皮に覆われた状態でのCWDは温度・水分環境は比較的安定しており，分解者群集にとっては好都合な資源でありハビタットでもある。その材質の物理・化学的環境が分解者の活動により徐々に変化してゆく。つまり分解過程は枯死材という一つのマイクロコスモスの遷移過

程である。分解速度は遷移の進行速度を示す。基質重量当たりの分解速度（分解率）が外部環境要因とともに基質の内部環境要因，とくに，通気性や含水率に関連する容積密度に大きく制約されていることが分かった。すなわち多孔質なCWDほど分解速度が高い傾向を示した。このことは分解の進行に伴い分解速度が加速化することを意味している。CWDの空隙部は水と空気（酸素）から構成されており，どちらも分解者にとってプラスに作用する。しかし，限られた空隙において一方が増えれば他方が減少するという相反関係にある。この条件を考慮したモデルを穂積和夫先生から指導を受けた。このことにより，CWDの分解速度の見通しがかなり良くなった。複雑な自然のしくみをひも解く科学研究の魅力，また環境条件を制御できない野外での自然観察法，さらに統計や数学モデルを用いた解析法など，多くを吉良研究室で学ぶことができた。

分解速度を律する樹木の容積密度（比重）は種間で異なり，また同一樹種であっても立地条件により変わる。熱帯雨林の構成木は種組成だけでなく容積比重も多様である。バルサ材のような軽いものから水に沈む鉄木とよばれるものまで存在する。生産した有機物を体積成長に使うか，幹の容積比重（強度）を高めるのに使うかはその樹種・個体の生き方にかかわっている。ギャップや伐採跡地などにいち早く侵入する先駆樹種は過酷な光資源の獲得競争において強度より高さ（体積）成

長を優先し、一方、大径木として大きな樹幹を広げ次世代につなぐ生き方には、体積成長を犠牲にしてもその巨体を支えるために支持器官の強度確保が重要となろう。光・水・養分等の資源が少ない環境下では基質重量当たりの支持器官の維持コストを抑えるには容積比重が高い方が有利である。つまり、樹木の容積比重は樹木の生存戦略を反映する指標であり、雨林構成木がもつその大きな広がりには資源の大きさと多様性を投影しているのであろう。熱帯雨林での30年間の長期観測データを解析したところ、肥大成長速度（成長率）と幹の容積比重との間に弱い負の相関関係が成立した。これは先に示した体積成長と強度とのトレードオフ関係が反映したものだろう。容積密度を高めてじっくり成長してきた材ほど、枯死後の分解も時間をかけてじっくり進行するこの関係に、個体の成長速度と分解速度の関連性をみることができる。相関度が低いのは、同一森林内であっても階層の違いなどで利用できる資源量が異なることによるのであろう。熱帯林構成樹種の成長特性を、樹種の容積比重、最大樹高、さらに最大（内的）肥大成長速度の3つのパラメータで分類すると、多様な構成種を大きくは4つの種群（ギルド）に分類できた。すなわち容積密度を分類基準に用いることによりギルド単位での循環特性の評価も可能となろう。I B Pではまず各種生態系の生産力・炭素代謝特性の大要把握が優先されたが、次のステップとして種特性を考慮した研究が重要であると吉良先生は指摘された。種レベルまでは踏み込めていないが、ギルド単位で生態系の代謝特性の解明の糸口を提供したことで先生から頂いた宿題への回答としたい。

大きなCWDの多くは林冠木の枯死由来である。この場合、CWDの発生はギャップの成立を意味し、同一場所でCWDの分解過程と森林の更新過程が同時進行するというリンクが成立する。温暖

で湿潤な気候下では、微生物による分解速度（率）が高等植物による成長速度（率）を上回る。そのため、ギャップ発生直後は大量のCWDから分解により放出される炭素量が植生回復による炭素固定量を上回る。熱帯雨林で分解率を成長率の6倍とした試算では、ギャップでの炭素放出期は10年程度続く。その後、炭素固定期に移行し、放出期に大気へ放出された総量を回収するまで続く。固定速度は緩やかで数十年続き、その後固定量と放出量が安定する平衡期に入る。これが炭素代謝から捉えたギャップ更新モデルで、それぞれがギャップ期、建設期そして成熟期に対応する。これらの時空的広がりをもつ代謝特性、生態現象の解明が、I B P以降に残された私たちが取り組むべき課題の一つである（山倉，1991）。CWD研究が果たす役割も大きい。

CWDにおいて動的平衡系を確認するには最低20ha×年の広がりを持った観察が必要であると指摘した。いま、I B P研究と同じマレーシアのパソーで50ha調査区において、長期モニタリング資料と現地調査により発達した熱帯雨林における炭素代謝の時空的変動性を調べているが、この18年間で50haでの林冠木の枯死率は増加傾向にある。スマトラでの30年間のモニタリング調査でも同様の結果である。他地域からも同様な報告がでている。これには地域そして地球規模での複合した要因が関連しているのであろう。原因解明にはまだ資料不足である。しかし、雨林が非平衡期に入っていると判断してよいのではないか。非平衡系の特性を把握するのは困難であるが、避けて通れない課題であろう。ここにおいても、CWD研究は多様な課題に関連しており、重要となろう。

熱帯雨林の伐採跡地を歩いていると、中空になった大径の伐倒木をしばしば見る。これらの分解は生木時から始まっている。これらの樹木は、光合成で炭素を固定し、一方で幹内部の分解で炭素を

放出しているのだ。場合によれば、外見上は元気そうに見える樹木であっても、個体単位としての炭素代謝収支では炭素放出となっていることもありうる。その量が多い系では森林生態系の炭素経路を再考しなければならない。生木を活用するシロアリが多いパソアの雨林ではこの経路は無視できないように思う。そのことは樹木の枯死率にも関連しているはずである。前から気になっていたが、取り組めなかった課題である。興味をもてる人があればぜひ取り組んでいただきたい。分解によりできた生木の洞は、分解者のみでなく多くの動物にもハビタットを提供している。洞を活用した食物連鎖も興味深い。おそらく多種多様な生物が関連しているであろう。ここにもCWD研究

の展開がある。

吉良先生から頂いたCWD研究、それは私の40年間の生態学研究そのものであったように思う。

CWD研究に取り組む研究者が最近増えてきたのがうれしい。CWD研究は学問的にも社会的にも生態学が今取り組む重要な研究課題の一つであろう。その橋渡しをすることが先生から頂いた課題と捉えている。

#### 引用文献

山倉拓夫. 1991. サラワクの混合フタバガキ林における大面積調査区の設定. 日本熱帯生態学会ニューズレター, 4: 1-6.

