

岩手大学農学部 ○井良沢道也 大竹英次

名古屋大学大学院 松本一穂

### 1.はじめに

近年、地球的な規模で環境変化が問題となっているが、その中でも温暖化が動植物に及ぼす影響を明かにすることは、砂防事業にとっても渓流環境整備を実施する観点や樹木等の崩壊防止効果や流出土砂の抑制効果、さらに流域の様々な環境を考えいく上で重要である。もちろん、こうした変動は極めて長期間に進行するため急激に変化し得ないが、ゆっくりとした時間スケールながらも動植物の成長(初鳴や発芽、開花、落葉等)や生息場・群落遷移・流域環境等に大きな影響を与えるものと考えられる(堂本ら 1997)。

ここではこうした研究の第一歩として地球環境の変化のうち長期的な気温上昇を例にとり、我が国における生物季節に及ぼす影響を分析した。樹木(植物季節)についてイチョウを取り上げ、動物(動物季節)としてアブラゼミを取りあげた。それぞれの長期変動について明かにし、気温変動との関連性についても解析した。

### 2. 使用データ及び解析方法

生物季節の解析に使用したデータは気象庁の生物季節観測値のうちのイチョウの発芽日、落葉日データ、アブラゼミの動物季節(初鳴日)である。解析に使用したデータはそれぞれ全国 82,77 地点であり、1953 年～2000 年までのデータを使用した。樹木においては成長期間は厳密には開葉日から落葉日までの期間を指すが、日本では開葉日は観測されていないため、便宜的に発芽日から落葉日までの期間とした。気温データは気象庁の日別気象データ(SDP データ)を用い、生物季節データで使用した同じ地点、1961 年～2000 年までのデータを使用した。

イチョウの生物季節は発芽日、落葉日、成長期間のそれぞれについて、アブラゼミについては初鳴日を、1 年毎に各地点の観測値を全国で平均した値を算出し、1 次回帰分析を行いその傾向を調べた。さらに、前述した 1 年毎のデータを使用して、1961～2000 年までの長期変動と気温の長期変動との相関関係について解析を行った。

生物季節の長期変動の変率は地点によって違いが見られたため、その変動率の違いについても調べた。ここでは、季節を月日で表すのではなく、解析で使用しやすいように DOY(Day of Year)を使用した。DOY とは 1 月 1 日を 1 として、12 月 31 日を 365 とする表し方である。

### 3.結果と考察

#### (1) 気温の長期変動

気温の長期変動を解析した結果、 $0.28^{\circ}\text{C}/\text{decade}$  の変化率で上昇傾向にあることがわかった(有意水準 1%未満で有意)。日本の平均気温は 1961 年～2000 年までの 40 年間で  $1.1^{\circ}\text{C}$  上昇したことになる。1980 年代以降は周期的な変動が見られるものの、長期的には温暖化傾向が急激に強まつたことが見受けられる(図-1)。

#### (2) 生物季節の長期変動

イチョウの発芽日、落葉日、成長期間の長期変動の解析の結果、以下の傾向を示していることがわかった。なお、発芽日は有意水準 10% 未満、落葉日と成長期間は有意水準 1% 未満で有意な傾向であった。

発芽日 :  $0.54\text{day}/\text{decade}$  の変化率で早期化

落葉日 :  $1.50\text{day}/\text{decade}$  の変化率で遅延化

成長期間 :  $2.50\text{day}/\text{decade}$  の変化率で長期化

一方、アブラゼミの動物季節の長期変動を解析した結果、 $0.35\text{days}/\text{decade}$  の変化率で早期化していることがわかった(有意水準 10% 未満で有意) (図-3)。

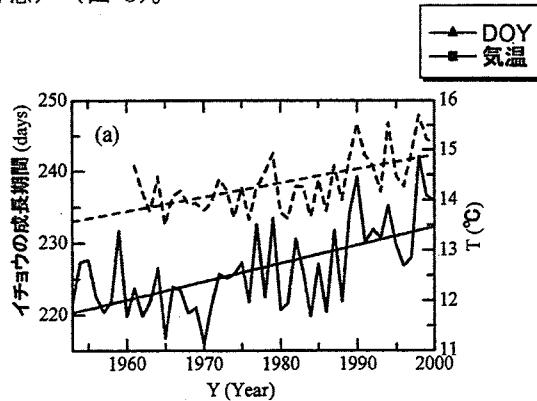


図-1 成長期間と年平均気温の時系列変化

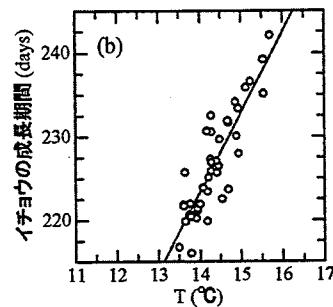
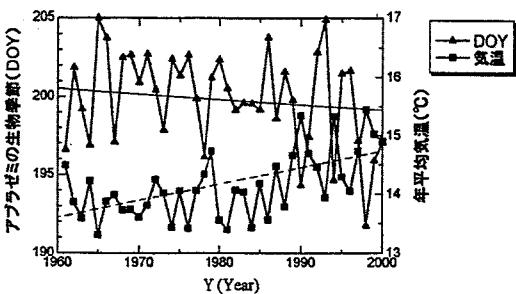
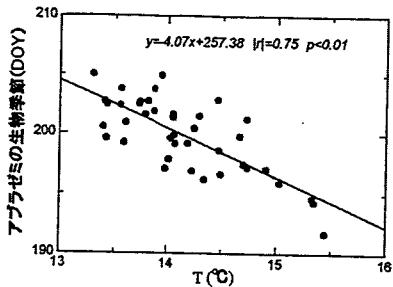


図-2 成長期間と年平均気温の相関関係



図・3 成長期間と年平均気温の時系列変化



図・4 成長期間と年平均気温の相関関係

このようにイチョウの生長期間は 1953 年～2000 年までのおよそ 50 年間で約 10 日間長くなっています。アブラゼミの初鳴日は 1.68 日早期化している。両者とも、1980 年代後半からその傾向が顕著になっています。

### (3)生物季節と気温の相関関係

イチョウの発芽日、落葉日、成長期間それぞれの変動と気温変動との相関関係について解析したところ、両者の間には非常に高い相関関係が認められた ( $|r|=0.85$ )。各生物季節と気温との関係は以下のようになつた。なお、それ有意水準は 1 %未満で有意であった。

$$\begin{aligned} \text{発芽日} : -2.72 \text{day}/\text{°C}, \quad \text{落葉日} : 4.30 \text{day}/\text{°C}, \\ \text{成長期間} : 8.36 \text{day}/\text{°C} \end{aligned}$$

図・2 に示すように年平均気温が 1 °C 上昇した場合、成長期間は約 8 日間早くなり、この結果から近年の気温上昇が原因している。

一方、動物季節と気温との相関関係について解析したところ、両者の間には高い相関関係が認められ ( $|r|=0.75$ 、有意水準 1 %未満で有意な傾向である)、気温がアブラゼミの動物季節に大きな影響を与えていたことがわかった。動物季節と気温の相関関係をグラフに示す(図・4)。グラフから年平均気温が 1 °C 上昇した場合、動物季節は 4.07 日早期化することがわかる。

### (4)生物季節の変化率の地域差

生物季節の変化率 (days/year) の地域性は気

温の変化率の違いが原因であるこれまで定性的に言わされてきたが、両者の間に有意な関係は認められなかった。しかし、地点による生物季節への気温の影響度合いに違いがあることから、この違いと生物季節の変化率との間の関係について解析を行ったところ、有意水準 1 %未満で有意な相関関係がみられた。このことから、イチョウの生物季節の変化率の違いは、生物季節への気温の影響度合いの違いが制限要因となって引き起こされていることがわかった。

一方、アブラゼミにおいても地点により気温応答性にかなりの違いが見られるところから、この違いと動物季節変化率との関係について解析を行った結果、有意な相関関係が認められた。

なおアブラゼミの生物季節の変動要素として、降水が考えられたため梅雨明け日との相關をとったが、はつきりとした相関関係は得られなかつた。

### 4.まとめと今後の課題

生物季節と気温との関係について植物季節(イチョウ)と動物季節(アブラゼミ)について解析を行つた。その結果、以下のことが明らかになった。

- ① 1970 年代前半から温暖化が急速な勢いで始まり、それに伴い、イチョウとアブラゼミの生物季節は変化している。イチョウなどの植物と比較すると、アブラゼミの変化率はそれほど大きくなない。
- ② 生物季節の平年値の分布には気温条件が影響している。
- ③ 年平均気温との間にはそれぞれ有意な相関関係が見られた。イチョウの方が相関が高い結果となつた。
- ④ 年平均気温を用いた生物季節の長期変動の地域差はイチョウ・アブラゼミのそれぞれの気温反応性の違いが原因で起きていると考えられる。イチョウは寒冷な地方ほど気温反応性は高く、温暖な地方ほど気温反応性が低いという結果が得られた。アブラゼミはその逆であった。

このように気温の長期的な変動によって植物季節・動物季節に影響を与えており、その変動は地域的特性を持つことがわかった。今後は具体的に渓流生態系・樹木等の土砂流出防止効果など公益的効果・流域環境(生息場・群落遷移)などへの長期的影響を考えていく必要がある(たとえば、かつては雪崩道に若齢植生が、より高木の植生に変化することによる雪崩流下に与える影響など)。なお、今回取りあげたイチョウは他の植物に比べ気温 1 °Cあたりの成長期の変化量が小さく、他の植物はより影響を受けている可能性がある。

なお、本研究において日本気象協会の友村光秀氏には日別気象データの提供など大変お世話になりました。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 堂本曉子ら：温暖化に追われる生き物たち 築地書館, pp.1-15, 1997