



(2) 東北地方におけるブナの豊凶予測のための理論

さて、以上のメカニズムを実際にモデルとして組み立ててみましょう。多少複雑ですが、東北型のブナについては、以下のような流れになります。

15～20km²のブナ林について結実を予測します。図8のフローチャートをご覧ください。私たちが予測したいのは「翌年のブナ結実度」であり、私たちが事前に知りうる情報は「前年のブナ結実度」、「前年の夏の気温」と「当年のブナ結実度」、「当年の夏の気温」です。

結実度については現地での観察データか、あるいは森林総合研究所のホームページ (<http://www.ffpri.affrc.go.jp/database.html>) から入手できます。また、気象データについては、現地の最寄りのアメダスのデータを用います。

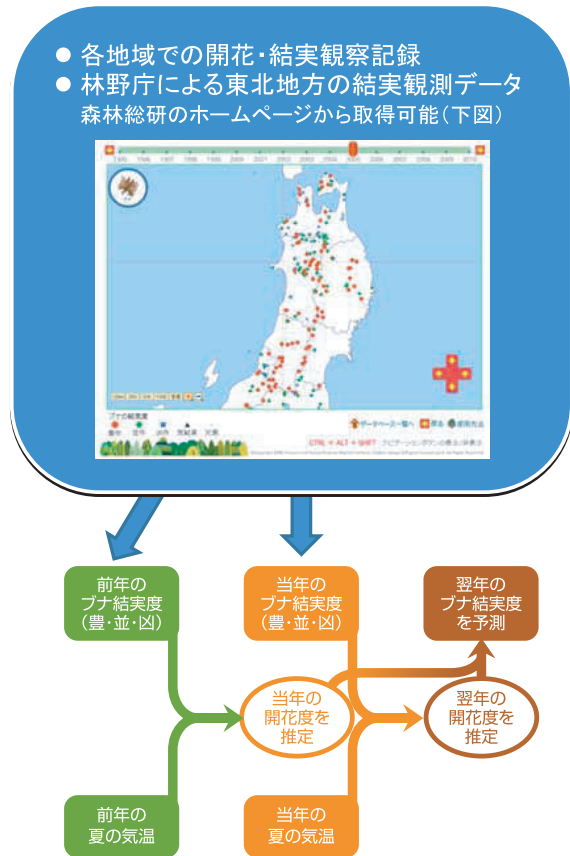


図8 ブナの豊凶予測のためのモデル

①気象データの数値化

気象については、豊凶を予測したいブナ林の最寄りのアメダス観測地点における1990～1999年の日最高気温の平均値を求め、予測したい年の前年および当年の日最高気温からその平均値を引きます。多少滑らかにするために、日平均気温は前後5日を加味した移動平均とします。以下はその一例です。

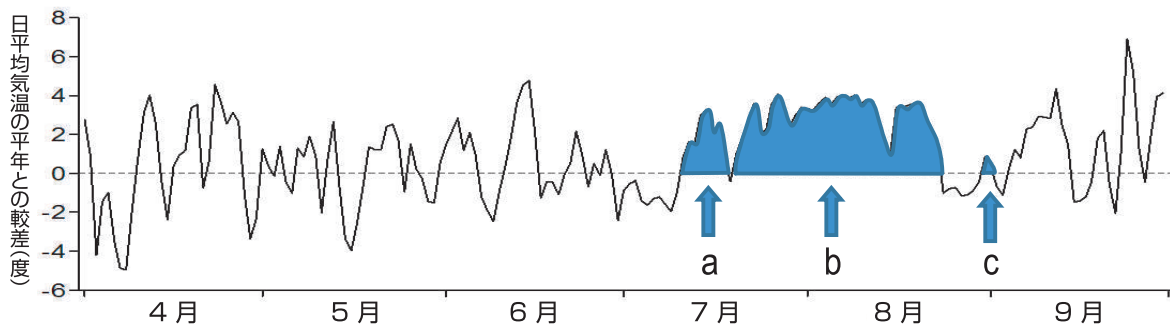


図9 あるアメダス観測地点での日平均気温の変化。点線は1990～1999年の日最高気温の平均値。塗りつぶした範囲がそれらの差の積算部分



図9をみると、7～8月にかけて平年よりも日最高気温が高めに推移した時期が3回(a、b、c)みられます。それらの面積を算出し(℃・日)、もっとも大きい面積を代表値とします。この例でいえば、bの面積を用います。

②結実度の数値化

次に、結実度を数値化します。観測データは、豊作、並作、凶作&無結実の3階級に区分するので、それに応じて結実度を0(結実なし)～1(潜在的に最大の結実量)に数値化します。具体的には図10に示すベータ分布とよばれる確率分布にしたがって乱数を何回も発生させ、平均することで数値化します。

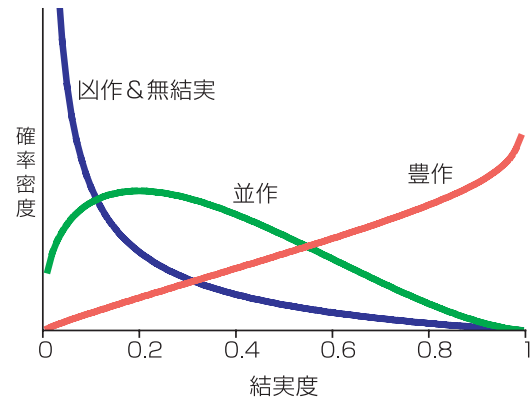


図10 各結実階級に対応する結実度の確率分布

③数式への代入

こうして数値化した夏の気象(t)と結実度(m)を次の式にあてはめて、0(開花なし)～1(散在的に最大の開花量)の値をとる開花度(F)を予測します。なお、36.4と30.8は東北全体のtの平均値と標準偏差です。

$$t_0 = (t - 36.4) / 30.8$$

$$f = a \times t_0 \times (1 - m^p)$$

$$F = e^f / (e^f + 1)$$

こうして、当年の開花度 F_1 および翌年の開花度 F_2 がそれぞれ推定されれば、翌年の結実度(M)は次の式によって予測推定されます。

$$M = F_2 \times (1 - F_1^q)$$

④統計モデルを駆使したプログラミング

このモデルで実際に予測するには、上述の結実度のほかにも、パラメータa、p、qも乱数によって何通りも与えます。というのも、a、p、qは地域ごとに値が異なり、しかも年によってもばらつくからです(目安としては、a、p、qはそれぞれ3.9、0.8、0.7程度です)。



(3) 東北地方における予測の例

過去のデータとこのモデルから、1991～2008年の結実予測を試みた例を紹介します。1989年からブナの結実が観測されているので、1991年以降を予測しています（図11）。左は東北地方の比較的北部にあるブナ林、右は比較的南部に位置するブナ林です。上が予測結果で、赤の丸は豊作となる確率、緑の丸は並作以上になる確率です。図中の水平破線は豊作と並作、並作と凶作の境目を表しています。下は実際の結実の観測結果で、赤線が豊作、緑線が並作を示しています。

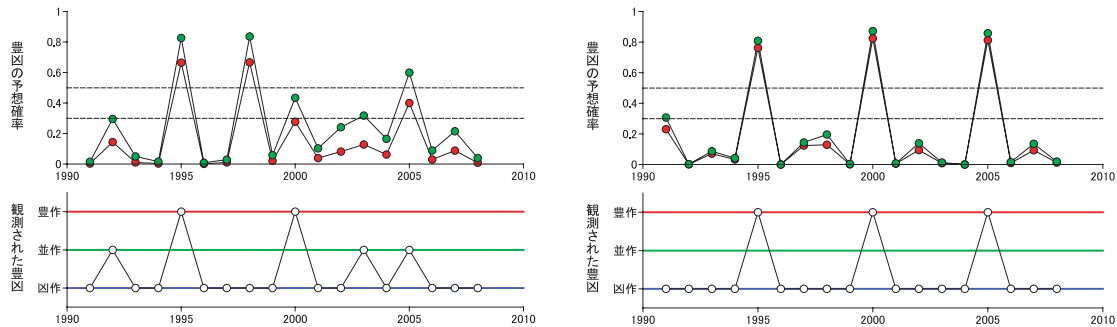


図11 東北北部（左）と南部（右）における結実予測と観測結果の比較

図11から、かなりの精度（特に南部のブナ林）で豊凶を予測できることがわかります。しかしながら、北部のブナ林においては、1998年に80%の確率で並作以上と予測されましたが、実際には凶作となりました。したがって、予測では起きにくいはずであった凶作年（発生確率20%）が実現してしまいました。この予測モデルは、あくまで「確率」として豊凶を予測します。天気予報が完全にあたらぬと同様、豊凶も完全には予測できません。しかし、毎年のデータが増えれば、モデルを改良し予測の精度を高めることができます。

(4) クマの出没予測

このモデルで1年後の豊凶を予測するわけですが、その結果、豊作の確率が高ければ、その翌年は凶作で多くのクマが出没する可能性が高いことになります。このような情報があれば予算措置や体制を整備するなど対策の準備ができます。しかし、そのような準備を進める一方で、1年後の実際の豊凶がどうなるか必ず確かめてください。その結果、実際に豊作であれば、その翌年は出没の可能性が高く、前述の岩手県の例のように注意報を発令するなど次の対応を進めます。

(5) 今後の課題

このモデルを使ってブナの豊凶予測を行うには、統計学の知識やコンピュータプログラミングの技術が必要です。そのため、森林総合研究所では現在、この予測モデルをコンピュータ上のソフトウェアとして開発することを検討しています。このモデルについてさらに詳しく知りたい方は、森林総合研究所群落動態研究室の正木隆までご相談ください。