

# 桜の開花予想に関する考察

大貫信彦（埼玉支部）

## はじめに

気象庁は 2009 年を最後に全国的な桜の開花予想の発表を終了した。これは最近の傾向として、気象庁と同等の開花予想に関する情報提供が、民間の気象会社から行われるようになったからであると公表されている。そこで今回は、従来行われてきた桜の開花予想に関する手法と、それに類似する手法とを比較して、その精度向上に役立てることができるかを考察してみることにした。

## 1. 従来の開花予想の手法と今回の推定手法の端緒

1996 年から 2009 年まで気象庁で行われていた開花予想の手法は、青野・小元（1989、1990）などのソメイヨシノの開花予想の研究に伴い、それまで全国的に異なる方法で行われてきた開花予想を、植物の成長と気温の関係に着目したデータ処理によって統一的な手法で行うこととしたものである。その詳細は、解説資料第 24 号「新しいサクラの開花予想」をご覧ください。しかし、この最新の開花予想の手法においても時には予想と実際の開花に 1 週間ものずれを生じており、現状として開花予想には改善の余地が残されていたといえる。また、民間の気象会社では現在独自の手法で予想を出しているものの、その精度は気象庁と同等かそれ以上の結果を出してきたといえるが、同様なずれを生じている。このことが、開花推定精度の向上ができないかどうかを考えることとなったきっかけである。解析期間は 1981 年から 2010 年の 30 年間とし、気象庁のホームページより、各年の 10 月～4 月の毎日の気温データと、桜の開花観測結果を使用させて頂いた。

まず、従来の手法として毎日の平均気温から温度変換日数（DTS）を計算する。計算は以下の式により行う。（気象庁産業気象課）

$$DTS = \exp \left\{ \frac{9.5 \times 10^3 (T_1 - T_s)}{T_1 \times T_s} \right\}$$

ここで、 $T_1$  は日平均気温(K)、 $T_s$  は標準温度(288.15K)、 $9.5 \times 10^3$  は年や場所によらない係数とする。この係数は温度の違いにより DTS がどのように変化するかを決定する温度特性値としての性格をもつ。次に、各年の開花までに必要だった DTS の積算を出し、年ごとの差が最小になる日を開花予想の起算日として求める。そして当年の開花予想日を、起算日からの DTS の積算が 30 年間の DTS の平均に達した日とする。さらに桜の開花の特性として、秋から冬にかけてどの程度の寒さを経過したかにより、開花に必要な DTS が変化するという考え方から、チルユニットの補正を行う。特に暖地では冬場が暖かすぎると逆に開花が遅れるという現象から、この補正の必要性が認識されている。これにより、特に暖地での開花推定精度が上がるため、チルユニットの補正なし

には暖地の開花予想は成り立たないといってもよい。以上が従来の開花予想の骨子である。

そこで最初に、気象庁の手法でどの程度の精度で開花予想ができるのかを計算してみた。しかし、開花に必要な DTS の積算の年ごとの差が最小になる日を起算日とすると、チルユニットとの相関が最良とはならないこと、さらにその結果として 30 年推定精度が最良とはならないということなどから、起算日を DTS の年ごとの差が最小になる日とはせず、そこから前後に起算日を変えて計算し、結果として推定精度が最良になる日を起算日とした。これはチルユニットの補正の終算日についても変更を加えることにもなった。さらに、チルユニットの補正で使用する日ごと毎時の気温を実気温とせず、日最高気温と最低気温をもとに直線近似から求めて使用した。これは、推定作業の簡素化を考慮した結果である。すなわち、気象庁の開花予想の手法とは、起算日の決定法やチルユニットの補正法などが若干違う。

※以下「気象庁に準ずる手法」と称する。

## 2. 推定手法の詳細

次に、上記の気象庁に準ずる手法と、今回の主題であるいくつかの異なったデータ処理法による開花予想との比較をする。その手法として以下の 8 パターンを考えた。

- (1) 気象庁に準ずる手法（※これを基準とする）
- (2) DTS を出す際の気温として、日平均気温ではなく、日最高・最低気温を使用する。
- (3) 寒さの補正としてチルユニットではなく、日平均気温から DTS を算出して使用する。
- (4) DTS を日最高・最低気温を使用して出すと同時に、寒さの補正として日最高・最低気温から DTS を算出して使用する。
- (5) DTS を使わずに日平均気温の単純積算温度を使用し、それをチルユニットで補正する。
- (6) DTS を使わずに日最高・最低気温の単純積算温度を使用し、それをチルユニットで補正する。
- (7) DTS を使わずに日平均気温の単純積算温度を使用すると同時に、寒さの補正として日平均気温の単純積算温度を使用する。
- (8) DTS を使わずに日最高・最低気温の単純積算温度を使用すると同時に、寒さの指標として日最高・最低気温の単純積算温度を使用する。

上記の手法のうち、チルユニットの補正を使用しない (3)、(4)、(7)、(8) の補正は、開花に必要な DTS の積算が、秋から冬にかけて暖かく経過した年には大きくなり、寒く経過した年は小さくなることを考えるならば、秋から冬の DTS の積算をそのまま使用しても補正が可能であるとの考えによるものである。当然ながら、秋から冬が寒い年はその期間の DTS 積算が小さくなり、暖かい年には逆に大きくなることから、チルユニットの

補正とは違って正の相関となるが、補正に使うことができる。次に、DTS の算出に日平均気温を使わずに日最高・最低気温を使っている点であるが、1 日の気温の変化を想定すると、その方が現実に近い DTS を見積もることができるだろうという考えによるものである。さらに、開花に必要な温度の指標について DTS を使わずに単純積算温度も使用してみた。その際に、DTS でいうと  $9.5 \times 10^3$  という係数（温度特性値）を変化させることに相当するが、積算のための基準温度を小数第 1 位まで設定し、変化させて各地の開花推定を行った。これは基準温度を変化させることによって精度に大きな変化が生じたためである。これらの考え方を組み合わせた結果、(1) から (8) のデータ処理法を取り上げることにした。

### 3. 結果

紙面の都合上、一例として東京のみ、開花推定の結果を一覧表に載せることにする。実際の解析では全国各地の 25 点について実施してみたので、その結果は研究発表時に解説する。

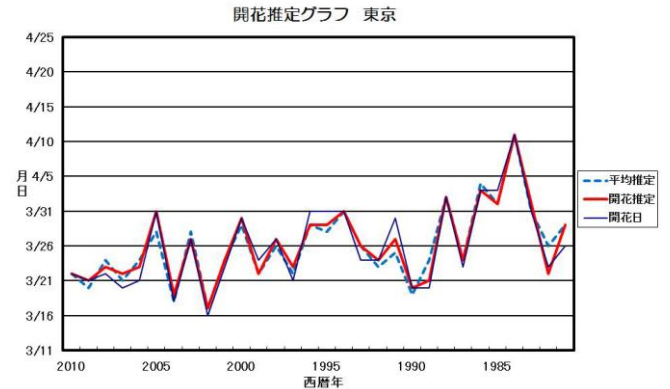
東京	30 年精度 (日)	起算日	秋の補正 起算日	秋の補正 終算日	積算 基準温度	単相関 係数
(1)	1.00	2/6		2/3		-0.63
(2)	0.87	2/3		1/20		-0.71
(3)	0.87	1/28	10/13	1/29		0.76
(4)	0.73	1/25	10/13	1/23		0.84
(5)	1.10	2/14		1/20	1.9°C	-0.51
(6)	1.00	2/5		1/16	3.1°C	-0.64
(7)	0.63	1/28	10/13	2/24	2.3°C	0.91
(8)	0.60	1/25	10/13	2/20	4.2°C	0.93

表一 1：東京の開花推定一覧

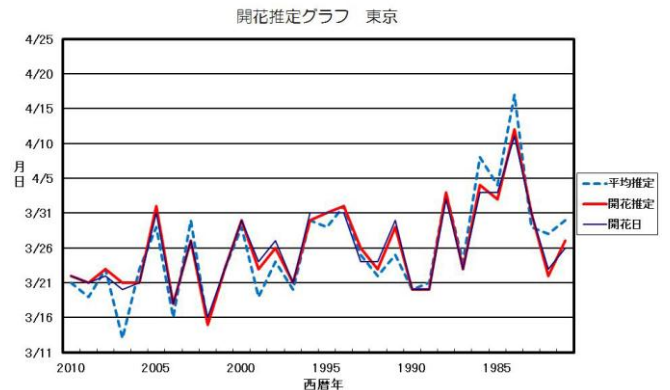
最初に、表一 1 は各手法による 30 年推定精度が最良になる条件を割り出したものであるため、必ずしも単相関係数が最良の値となっていないことをあげておく。気象庁に準ずる手法(1)において、東京では 30 年間の開花推定精度は 1.00 日となっている。これは平均すると 1 日程度の誤差で開花推定ができるということになる。しかし他の手法と比較してみると、それが最良の結果を示すわけではないことが分かる。最良の精度は (8) の 30 年平均で 0.60 日となっている。これらの結果から、開花の推定には DTS を使わなくとも、単純積算温度で同レベル以上の推定が可能であることが分かる。また、チルユニットの補正も最良の結果を示すわけではなく、実際の秋から冬の気温変化を使用しても十分に補正が可能であることが明らかである。グラフ A は (1) の、グラフ B は (8) の手法によるものであるが、(8) による手法の場合、平均推定だけで補正を加えないと、(1) の手法よりも明らかに推定誤差が大きい。しかし補正をするこ

とにより、明らかに (8) の方が実際の開花日の経年変化に対してフィット感が増して見えるほどよく補正された。東京以外の各地点においても同様の解析を行うと、従来の手法 (1) が最良の結果とはならず、さまざまなパターンを示した。

※グラフの時系列（横軸）は通常の逆になっている。



グラフ A：(1) の手法による開花推定グラフ



グラフ B：(8) の手法による開花推定グラフ

### 4. 考察

今回の解析は、過去のデータに基づき、実際の開花日と開花推定日との誤差がどうなるかを調べたものである。したがって、それらのデータセットにより直近の春における開花予想をすることになるが、今回の結果だけではどのデータ処理法による開花予想が最良か、断定するには時期尚早だと思う。しかし、明らかに DTS やチルユニットにこだわらなくとも、それと同等以上の開花予想が可能であることが分かったといえる。

#### 参考文献

- ・気象庁解説資料 24 号「新しい開花予想」1996
- ・気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/>
- ・青野靖之・小元敬男 1990：農業気象 45、243-249