

## 論文の内容の要旨

農学国際専攻

平成 25 年度博士課程進学

氏名 申銀月

指導教員名 小林和彦

論文題目： 日本と中国における気候温暖化に対する植物季節の応答性とその  
変動要因の解明

### 第 1 章 はじめに

近年、地球温暖化問題など人間活動が地球環境に影響を与えていることが明らかになってきた。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第 5 次報告書によると、人間活動は全球的な気候温暖化を既に生じており、今後それがさらに深刻になるとみられる。気候変化の検出には、気象計測機器による観測が用いられているが、それにはいくつかの欠点がある。観測値が機器設置場所の環境変化に影響されること、観測点が都市に偏りがちで、都市化の影響を受けること、機器の更新や計測・集計方法の変化により経年的ドリフトが生じることなどである。

これに対して、植物季節の変化によって気候変化の実態を捉える方法は、機器観測とは独立に気候の長期変化を一貫した方法で把握することができる。特に、農村地帯で栽培される農作物の植物季節の観測は、都市化の影響を受けにくく、空間代表性の点でも優れており、機器観測の結果と合わせれば、気候変化の実態をより高い確度で捉えられる。

また、気候温暖化による植物季節の変化は、それ自体重要である。農作物では、発芽・開花時期の変化は生産性の変化に直結し、遅霜や冷害の発生にも影

響する。自然植生であれば、植物季節の変化は種の地理的分布を変化させる可能性もある。

30年以上といった長期間には、農作物の品種や栽培方法など気温以外の要因の変化が植物季節に影響している可能性があるため、本研究では、長期間の植物季節の変化が短期間の変動（気温のみの影響）の影響であるかを検討した。また、気候変化への植物季節の応答に関しては地域間の差、種間、品種間の差、観測年代の違いによって異なる可能性があるため、各要素を考慮し、植物季節の変化から気候変化の検出を試みた。

## 第2章 中国東北部における気候変化へのナシ品種 Pingguoli（リンゴ梨）の発育応答

リンゴ梨の主産地である中国吉林省延辺朝鮮族自治州内の6地点において、気温とリンゴ梨の過去58年間にわたる発育観測記録を解析した。対象地域では、2000年頃まで3-4月平均気温が上昇しリンゴ梨の発芽と開花が促進されてきたが、2000年以降は気温がやや低下し、それに伴って発育も遅くなっていた。気温と植物季節の関係では、発芽は3・4月の平均気温と極めて高い相関を示し、 $-4.3$  日/ $^{\circ}\text{C}$ から $-4.8$  日/ $^{\circ}\text{C}$ の温度応答を示した。この温度応答に場所の違いによる差は無かった。一方、開花は4月の平均気温と高い相関を示し、 $-4.0$  日/ $^{\circ}\text{C}$ から $-5.0$  日/ $^{\circ}\text{C}$ の温度応答を示し、この温度応答は場所によって異なり、その原因は、温度応答の非線形性、すなわち温度が高くなると開花時期の応答性が低くなるためであることが分かった。気温の長期傾向と年変動への温度応答を比較すると、発芽・開花とも気温の長期傾向と年変動に対して、温度応答に有意差がなかったことから、温暖化によって植物季節が早まっていると言えた。

## 第3章 日本における気候変化へのナシ品種「幸水」の発育応答

日本の主要な幸水梨産地のうちの7地点を解析対象地とし、1960年代から現在

までの気温と植物季節のデータを用いて解析を行った。研究対象地域中 3 地点では、1960 年代から現在までに 2-4 月平均気温が有意に上昇し、幸水の開花は有意に促進が早まったが、他の 4 地点では、気温上昇傾向も植物季節の経年変化傾向も有意でなかった。有意な気温上昇傾向がある 3 地点では、開花日と 2-4 月平均気温が高い相関を示した ( $r = -0.79 \sim -0.88$ 、全て  $P < 0.0001$ )。開花の温度応答性は、栃木の  $-4.0 \text{ d}/^{\circ}\text{C}$  から千葉の  $-4.8 \text{ d}/^{\circ}\text{C}$  であり、また気温の長期的変化への応答性と年変動に対する応答性には差がなかった。従って、幸水梨の開花促進は、2-4 月平均気温の上昇によるものと考えられた。一方、気温の長期変化傾向が明確でない 4 地点については、気温変動への植物季節の応答性を、長期温度上昇のある他の地点の長期変動応答性と比較した。前者の地点の気温変動への植物季節の応答性は、後者の地点の長期変動応答性と大差無く、それら地点で植物季節の長期変化傾向がみられないのは、気温の長期変化傾向が無いためと考えられた。このように、日本の地域間の植物季節の応答が同程度であることが明確になった。

#### 第 4 章 青森県における気候変化へのリンゴ 8 品種の発育応答

日本のリンゴ主産地である青森県で、日本の主要リンゴ品種 8 品種（昔の有力品種：国光、紅玉など、現在の有力品種：ふじ、つがるなど）を対象とし、1930 年代から現在までの気温とリンゴの発育のデータを用いて解析を行った。リンゴの発育開始期が長期的にどのように変化しているのか、その気温の変動への植物季節応答性は品種ごと・観測期間ごとによって違いがあるのかを調べた。その結果、リンゴ 8 品種（30 年以上のデータ）の発育（発芽・開花）温度応答性は、 $3.7 \sim 5.0 \text{ 日}/^{\circ}\text{C}$  の範囲内にあり、品種間で発育（発芽・開花）の温度応答性に有意差がなかったことから、気温に対する果樹の発育（発芽・開花）応答は、8 品種でほぼ同じであると考えられた。また、観測期間ごとの結果から見ると、観測期間の違いによる発育（発芽・開花）の温度応答性にも有意差が無く、従ってリンゴの発育（発芽・開花）の温度応答性は観測期間によらず同程

度であり、植物季節が気温と密接な関係があることが明らかになった。

## 第5章 総合考察

本研究は限られた地域や品種についてはあるが、本研究の対象地域ではヨーロッパや日本などと同じように、温暖化によって植物季節が早まっていることを示した。日本のナシ栽培地域の一部では、気温上昇傾向が有意でなかったが、それは植物季節の経年変化傾向に対応しており、気温変動への植物季節の応答性は他地域と違わなかった。中国と日本のナシを解析した結果は、観測地域の範囲が広く、気温や発育の長期変化傾向も異なっていたにも関わらず、温度応答性に場所や品種の違いによる差が無かった。青森のリンゴ8品種を用いた解析結果も、中国と日本のナシを用いた解析結果と同様であり、気候温暖化への植物季節の応答は、ナシとリンゴでほぼ同一と見なせることを示した。

今後、東アジアの他の地域でも、本研究と同様に植物季節の記録を解析することで、より広範な気温変化の傾向をつかめると期待される。街路樹や都市の植栽を対象とした既存研究では、植物季節が都市化の影響を受けているとされるが、果樹（ナシやリンゴ）はその生育場所が農村地帯に多いことから、都市化の影響を受けにくく、気候変動の影響をより正確に測るのに適しているといえる。

本研究では、対象地域の各地で蓄積されてきた植物季節の長期観測記録を発掘・収集した。そうした記録は、デジタル化すらされていないことが多く、時間の経過や観測担当者の交代とともに、急速に失われつつあり、収集を急がなくてはならない。植物季節観測は、身近な地域の環境を安価でわかりやすく理解できる指標で、広く一般に応用でき、環境モニタリングや環境教育の教材としても有効となりうる。果樹を始めとした農作物の発育観測結果は、まさに「田舎の観測データ」として極めて貴重であり、温度応答性を変化させる要因を解明することにより、気候温暖化の検出に重要な役割を果たすと期待される。