

リンゴ生育モデルによる生育予測と 外し事例の気象要因調査〔抄〕

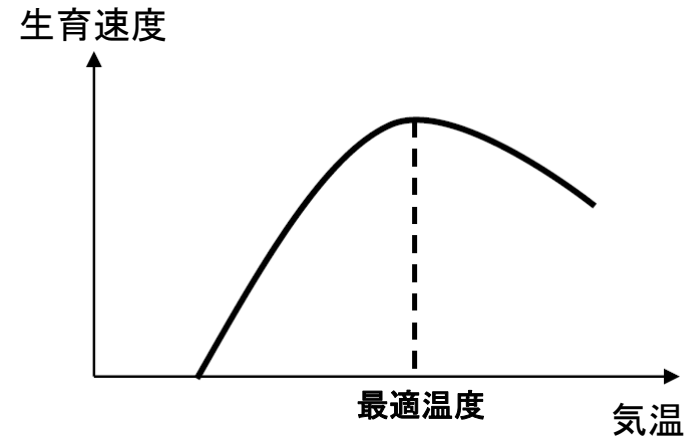
眞崎良光（弘前大学）

温暖化と農業

- 農作物の生育

- 概して、農作物の生育速度は
温度とともに生育速度が上がり
ある温度(最適温度)で頭打ちとなり
高温過ぎると生育が遅くなる

傾向を持つ



- 作物・品種ごとに、これらを模した「生育モデル」が作られ、農作業を支援している

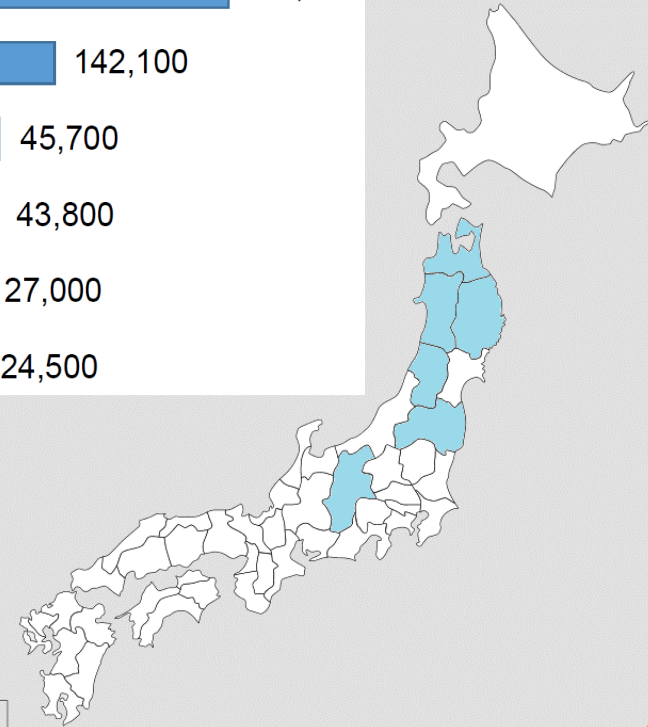
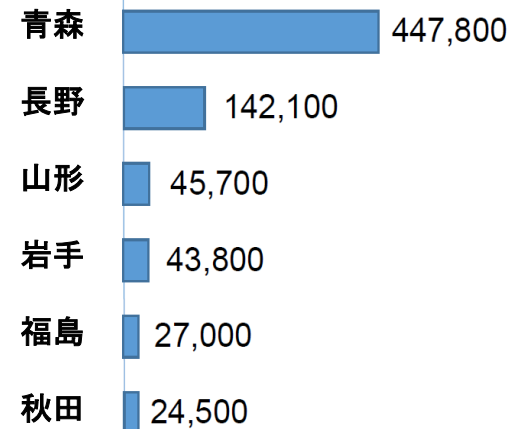
- 近年では、温暖化影響予測研究にも広く用いられている
- 主要作物・品種以外では、モデルが無いこともある

生育モデルが農業分野における温暖化影響予測の鍵となってきた

リンゴ

- 東北地方を代表する農作物の一つ
- 温暖化による影響が指摘されている
 - 着色不良、着色遅れ
 - 日焼け
 - 春の生育早期化、凍霜害
 - 果肉軟化
 - 食味変化

2016年県別リンゴ生産量 [t]



リンゴ栽培

- 春の生育
 - 品種や地域によって、平年日は異なる
 - 温暖化によって早期化する傾向

生育ステージ	発芽	展葉	開花	落花
平年日(‘ふじ’、黒石市)	4月9日	4月19日	5月8日	5月17日

青森県りんご生産指導要項編集部会(2016)「りんご生産指導要項2016-2017」より

- 春先の栽培管理
 - 受粉作業(マメコバチ、自家不和合性)
 - 霜害対策: 生育とともに耐凍性が異なる

リンゴ(ふじ)の生育ステージ別安全限界温度(°C)

生育ステージ								
	発芽直前	発芽期	展葉初期	花蕾露出期	花蕾着色期	開花始	満開期	落花期
安全限界温度	-3.5	-2.2	-2.2	-2.1	-2.0	-1.5	-1.5	-1.7

福島県農業総合センター(2010)「リンゴ、ナシ、モモの凍霜害対策のための温度指標」

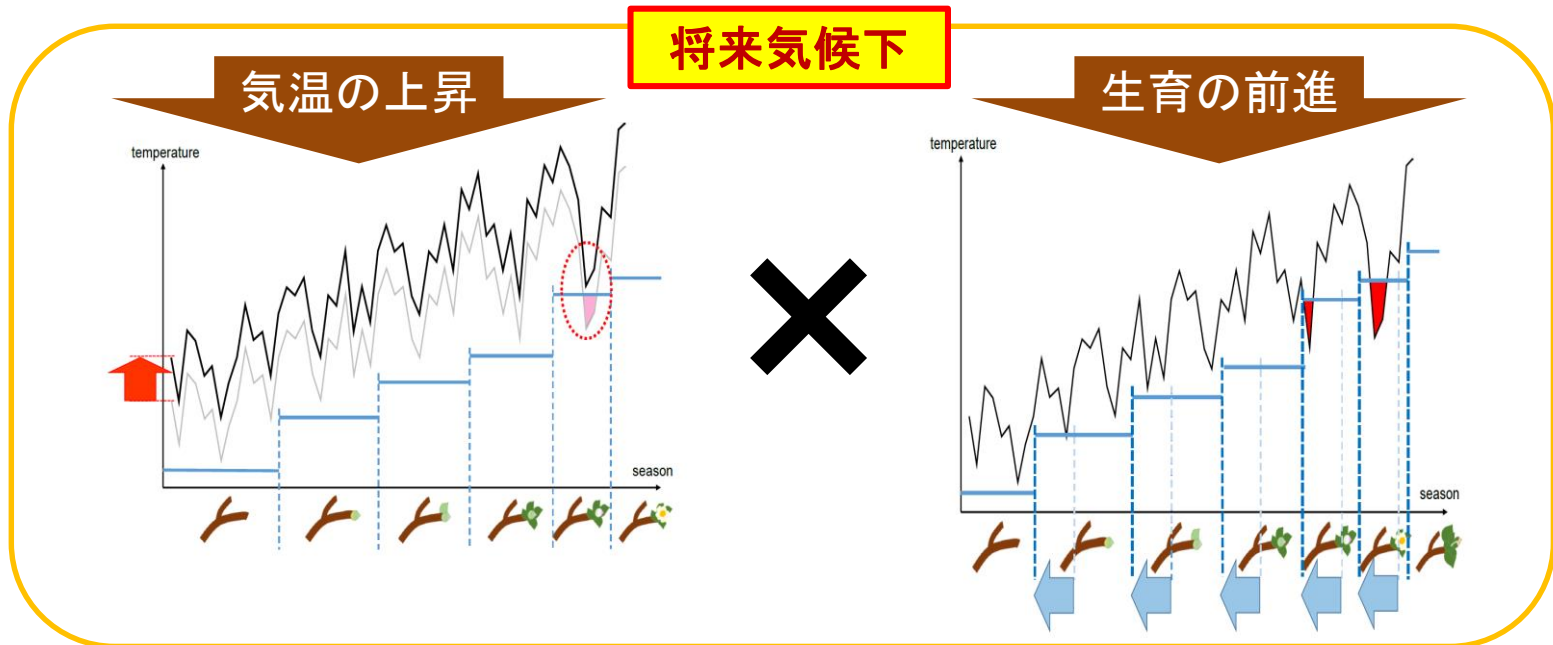
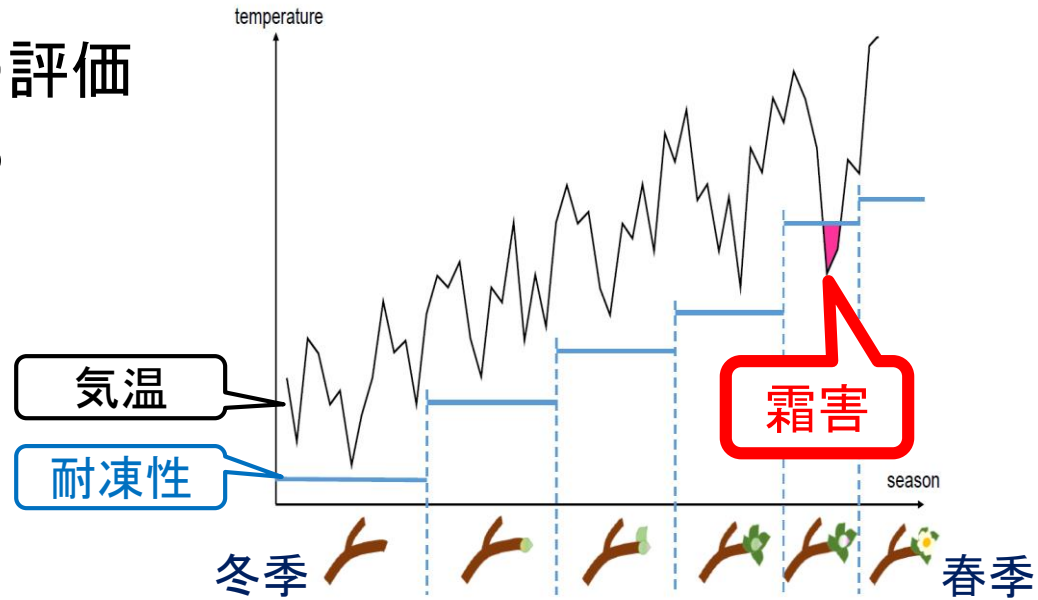
リンゴ栽培

• 温暖化による凍霜害リスクの評価

以下の3点を考慮する必要がある

- 温暖化による**生育**の早期化
- **生育**ステージによる耐凍性
- 低温との遭遇

➡ **生育モデルが必要**



生育モデル

- 気象条件による生育ステージの評価
 - 生育モデルが広く用いられている
- 農業で用いる生育モデルのタイプ

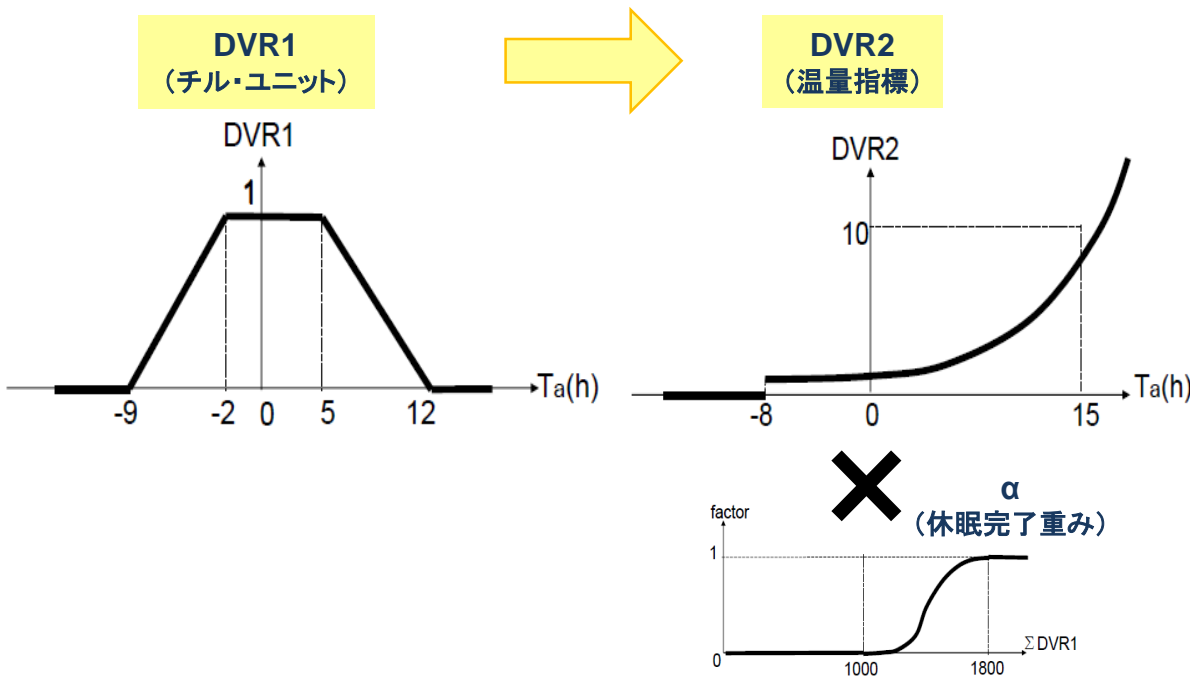
おおまかな類型	概要	適用範囲
経験に基づくモデル (回帰式など)	対象地点に特化したパラメータを設定	通常はパラメータ決定した地点のみに適用可
両者の中間的なモデル (DTSなど)	DTSでは、生育速度が気温に対して指数関数的に反応	広域での適用には懸念も
プロセスに基づくモデル (DVIなど)	植物の生育プロセスを模してモデル化	広域での評価が可能

- DVIなどのプロセスモデルが主流になりつつある

生育モデル

- 新しいプロセスモデルが提唱された(伊藤、2018)
 - Asakura (2011)モデルの改良版的位置付け
 - 発芽日と開花日をDVIIに基づき予測するため、**広域での適用が可能**
 - 冬季に休眠する(リンゴ、サクラ)植物では、春が来る前に一定規模以上の冷涼な環境下に置く必要がある

「チル・ユニット」: 一定温度を下回る環境に遭遇した規模の指標
(必要に応じて重み) × (下回った温度)の時間積算



秋季よりDVR1を積算

実質 $\Sigma(\text{DVR1})=1000$ を超えたら
 $\text{D2}=(\text{DVR2}) \times (\alpha)$ を積算

解析

- 新しく提唱されたモデルの有効性を確認するため、過去の生育状況がどの程度再現できるかを解析
 - ‘ふじ’を対象
 - 「発芽」「開花」の生育ステージ観測結果と比較し、モデル予測日とのズレを評価

結論

- 結果概要
 - 概ね良好で、生育の年々変動がほぼ再現できている
 - 植物の生育モデルでは、「それなりの誤差」がつきまとう

結果2 外し事例

- 発芽日の誤差の大きい年
 - その年特有の気象要因か？

確認してみたが.....

- 他の年に比べ、休眠が早期に完了する傾向はあるが、極端に異常なレベルではない
 - 気温推移は、平年に比べ
 - 1989年： 秋季が低温偏差・冬季が高温偏差
 - 1996年： 冬季がやや低温偏差
- とは言えるが、同程度の偏差を持つ誤差の小さな年もある

見えてきた課題(2)

- 品種による生育の違い
 - 黒石での平年日(1996-2015)

品種 \ 生育ステージ	発芽	展葉	開花	落花
‘王林’ (‘ゴールデンデリシャス’ × ‘印度’)	4月8日	4月18日	5月6日	5月16日
‘ジョナゴールド’ (‘ゴールデンデリシャス’ × ‘紅玉’)	4月6日	4月16日	5月7日	5月17日
‘陸奥’ (‘ゴールデンデリシャス’ × ‘印度’)	4月6日	4月16日	5月7日	5月17日
‘ふじ’ (‘国光’ × ‘デリシャス’)	4月9日	4月19日	5月8日	5月17日
‘つがる’ (‘ゴールデンデリシャス’ × ‘紅玉’)	4月8日	4月20日	5月8日	5月18日

青森県りんご生産指導要項編集委員会(2016)「りんご生産指導要項2016-2017」より

- このDVI生育モデルは‘ふじ’のみが対象
 - ➡ 温暖化評価における多品種モデルへの需要