

地温データを利用したリンゴ開花日予測と生産現場での利用

Prediction of apple bloom date using soil temperature and its application to actual farm

○加藤幸¹・伊藤哲²・三石正一³・溝口勝⁴

KATO Koh¹, ITO Tetsu², MITSUISHI Shoichi³, MIZOGUCHI Masaru⁴

1. 研究の背景と目的

青森県は2011年から2012年にかけて、記録的な豪雪にみまわれた。リンゴ園地では、枝折れや幹の転倒などが多発し、剪定作業の遅れや長期積雪による間接被害が心配される。リンゴの作柄は、収穫期のほか融雪期から開花期の農作業に大きく左右される。積雪が長期化した本年は、施肥や防除作業等の春先の園地管理計画がきわめて立てにくい状況にある。そのため、農家に早い段階で作業の指標となる「開花日」に関する情報を提供し、作業計画の立案と作業の円滑化を援助することが重要である。

本研究では、リンゴ園地の地温を利用した開花日予測方法(地温予測モデル)について、生産現場における利活用の可能性を探った。

2. 調査方法

青森県津軽地方の2園地で、気象および土壌に関するモニタリングを行った(Fig.1)。2009年からDavis社製の気象計、Decagon社製の土壌センサを設置し、気象データ(気温・湿度・降水量・風速・気圧)を30分毎に、土壌情報(地温・土壌水分・電気伝導度)、園地画像を1時間毎に3年間にわたり観測・収集した。同時に協力農家グループからの聞き取りによる情報収集を実施した。



Fig.1 調査園地(2012/4/1)

3. 結果と考察

(1) リンゴ開花日の予測モデル

一般的な予測手法である積算温量モデル(野呂ほか1986)は、発芽日からの気温の有効温量の積算にもとづいて開花日を予測する。この方法は、広域の平均的な開花傾向を予測する一方、気温データの予測精度に課題があるため、過去の統計値に依存し、各園地に応じた情報提供には不向きである。これに対し、融雪後の地温の変化傾向を利用した地温予測モデルは、春先の深部地温の線形的な上昇傾向を利用し予測するもので、複雑な計算が不要で生産現場レベルでの実用性も高い(佐藤ほか2010, 2011)。

(2) 園地モニタリング結果と開花日の地温予測モデルの利用

Fig.2に2011年の開花期(4月上旬～5月中旬)の園地の気温と地温の変化を示した。気温と地表付近(4cm)の地温は日変動が非常に大きく、年較差も大きいため予測モデルには不向きである。これに対し、深部地温(64cm)は、園地の融雪から開花までの日数との相関係数が0.97ときわめて高く、融雪後ほぼ線形的に上昇する。

地温予測モデルは、積雪下でほぼ一定値に推移した地温が、融雪により上昇を開始した日(ここでは4/3)から深部(64cm深)地温を線形近似し、約10℃に到達する日数を計算することで開花日(5/13)を予測する(加藤ほか2011)。モデルによる予測結果と実際の開花日(5/16)の差は3日で、十分に実用性のあることが確認された。Table 1に調査園地の過去2年間の開花関連情報を示した。開花の目安となる64cm深の日平均地温は概ね

1 弘前大学大学院農学生命科学研究科 2(株)クロスアビリティ 3 アイネクス(株)

4 東京大学大学院農学生命科学研究科

キーワード：開花日予測，園地モニタリング，地温

10℃で共通している。さらに、調査した両園地における地温の日上昇割合は、K園は 0.15℃/day、Y園は 0.19℃/day と一定であった。

したがって、両園地の 64cm 深地温 (T) に関し、K園 $T=0.15x+(3.6\sim 3.8)$ 、Y園 $T=0.19x+(2.3\sim 2.6)$ という予測式が成立し、目標温度 $T=10℃$ に達する日数(x)を計算することで、融雪期の早い段階に、園地に応じた開花日予測を可能とする。この結果は、園地土壌の熱物性など土壌の物理性を間接的な指標とした栽培管理の可能性を示唆している。

(3) 開花情報と生産現場のニーズ

農家の求める情報は、「〇月〇日」という明確な日時よりも、できるだけ早い段階に「昨年と比較し〇日遅い」といった傾向を得ることにある。これは、リンゴが開花期に病害虫や霜害の影響をきわめて受けやすいため、薬剤散布のタイミングを計るのが主な目的となる。タイミングが早いと開花までに薬効が薄れ、遅いと受粉を行う訪花昆虫に影響を及ぼす。また、薬剤散布時にはポジブリストにもとづき、近隣農家と散布計画の調整の必要性も高い。そのため、簡便な予測手法により、こういった地域的ニーズに応える必要がある。

(4) 生産現場での地温予測モデルの利用

実際の園地に、広範囲にセンサを設置することは難しい。そこで、毎日正午の気温と地温を Fig. 3 に示した。気温や 4cm 地温は Fig. 2 の日平均値と比較し変動幅が大きく増加する。一方予測モデルに利用する 64cm 地温は、値や相関係数の変化はきわめて小さい。つまり、モニタリングで変化傾向を一端把握できれば、地表から温度計を差し込む等の簡易計測を 1日に一回程度行うことで、地温予測モデルが利用できることを示している。これは農家が簡便に園地の面的な開花情報が得られることを意味し、地域的ニーズに叶うものと言える。

5. おわりに

現在、センサネットを活用したモニタリングと同時に、堆肥や穀物温度の計測に利用する簡便な温度計 (シンワ V-3) と試作のサーミスタ温度計 (T&D TR1220) を利用し、園地の面的な地温情報の収集を進めている。拠点となる箇所では詳細な園地モニタリングを実施し現象の解明を図ると同時に、農家の協力のもと地域の面的な情報を収集することで、生産現場での実用性を考えた開花予測モデルの確立を目指していく予定である。

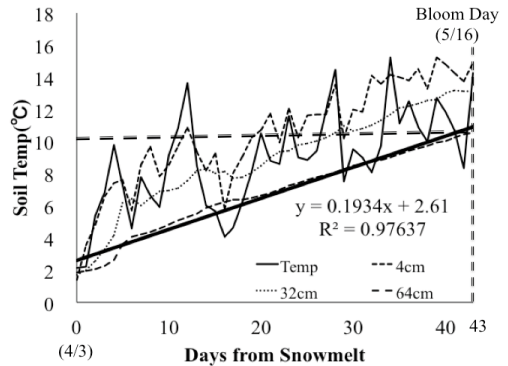


Fig.2 融雪-開花期の日平均気温・地温(2011)

Table 1 園地ごとの開花関連データ

	K園		Y園	
	2010	2011	2010	2011
開花日	5/15	5/13	5/17	5/16
融雪から開花までの日数	44	44	42	43
開花時の日平均地温(°C)	10	10.2	9.9	10.5
日地温上昇割合(°C/day)	0.145	0.149	0.192	0.193
上昇開始地温(°C)	3.9	3.6	2.3	2.6

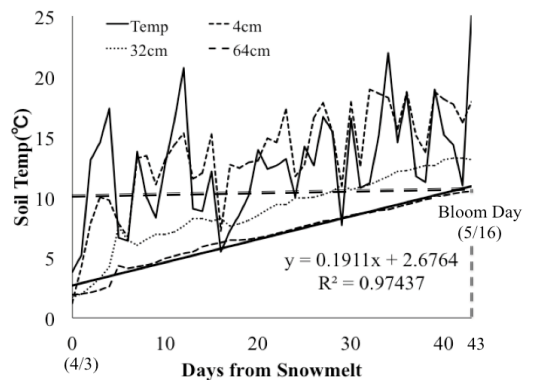


Fig.3 正午の融雪-開花期の気温・地温(2011)

参考文献：1)野呂ほか(1986)：発芽後の有効積算温量によるリンゴの開花日の予測，園学雑，54(4)，405-415. 2)佐藤ほか(2010)：農地モニタリングを用いたリンゴの開花日予測手法の検討，第53回農業農村工学会東北支部大会要旨，106-107. 3)佐藤ほか(2011)：園地モニタリングデータを利用したリンゴ開花日予測手法の考案，農業農村工学会大会要旨C□. 4)加藤ほか(2011)：地温データからみた園地環境の検討と栽培管理への応用，農業情報学会研究発表会要旨，95-96