

果樹の開花期予測システムの開発

誌名	新潟県農業総合研究所研究報告 = Journal of the Niigata Agricultural Research Institute
ISSN	13449206
著者名	本永,尚彦
発行元	新潟県農業総合研究所
巻/号	3号
巻号補足	
掲載ページ	p. 55-62
発行年月	2001年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



果樹の開花期予測システムの開発

本永 尚彦*

Development of flowering estimate system on fruit-tree

Naohiko Motonaga

Summary

We wrote the software which estimates and indicates the flowering day of both Japanese pear "KOUSUI" and grape "KYOHOU" in four producing districts of Niigata Prefecture by using a personal computer and the Internet. The software operates mainly in the client computer of Niigata Agricultural Research Information Network, and the software runs on "Microsoft Access97".

1. The weather data for flowering estimate computation is downloaded from the outside database on the Internet, and is imported to data tables automatically.
2. The software estimates the flowering day on five cases of temperature passage from the starting day to the flowering day.
3. The estimate results are converted into html files, and are uploaded to the homepage of Niigata Agricultural Research Institute.

キーワード：ニホンナシ「幸水」、ブドウ「巨峰」、開花期予測システム、インターネット

果実の高品質安定生産のためには、果樹の諸栽培管理作業、中でも、開花期前後の管理作業や病虫害防除を適期に適切に行うことが重要である。そのためには、開花期を正確に予測し、予測結果に基づいて開花期前後の作業計画樹立や作業労力調整を行う必要がある。

果樹の開花期予測は、これまでは主に気象データを用いて予測計算を行い、予測結果を文書やFAXで現地へ伝達する方法で行われてきている。しかし、この方法は、気象データ収集に手間がかかる、予測計算が煩雑な場合が多い、予測結果の伝達が遅れるなどの問題を抱えている。一方、近年普及が著しいパソコンとインターネットの利用により、各種情報の迅速な収集と加工、発信が可能となった。そこで、先に述べた問題点を解決するため、これら情報処理手段を活用した果樹の開花期予測システム開発に取り組んだので、その概要を報告する。

材料及び方法

平成11年3月に整備された新潟県農業研究情報ネットワーク（以下、情報ネット）と、平成12年12月に開設した新潟県農業総合研究所ホームページ（以下、HP）を利用してこのシステムが稼動する。

予測対象樹種はナシ「幸水」とブドウ「巨峰」で、両樹種とも予測計算は農水省果樹試（杉浦ら）開発の発育速度モデル¹⁰⁾¹¹⁾を利用し、予測対象地点は新潟県内産地4か所とした（表1）。予測は以下の手順によった。

1. 予測計算に必要な気象データ（毎時気温）は、インター

ネットを通して外部データベースなどから新潟県農業総合研究所内の情報ネット端末へダウンロードする。

2. 上記端末内に、毎時気温データの取り込み・蓄積と予測計算自動実行及び予測結果のhtmlファイル変換を行うアプリケーションを、データベースソフト「マイクロソフトAccess97」とプログラミング言語「Visual Basic for Application」（以下、VBA）を用いて構築する。

3. 予測結果は、FTPソフトを用いてHPへ転送し表示する。

なお、ダウンロードした気象データファイルの内容を解析し、データベース内へインポートするプログラム開発は、民間業者へ委託した。

表1 予測に用いる毎時気温データと予測対象地域

毎時気温データ	ナシ産地	ブドウ産地
新津アメダス	白根市	白根市
巻アメダス	月潟村	弥彦村
三条アメダス	三条市	三条市
新潟園研観測値	聖籠町	聖籠町

結 果

1. システムの概要

新潟県農業総合研究所内の情報ネット端末内に、システムの中心となるアプリケーション「予測システム.mdb」と毎時気温データ取り込みをサポートするプログラム「Get Text.exe」（委託開発）を構築した。予測計算に用

算等を実行し、ナシ、ブドウ両樹種とも県内4地点の開花予測情報を作成する。

2. 毎時気温データの取り込み

情報ネット端末内の専用フォルダへ取り込んだ気象データの中から地区、年、月、日、毎時気温を「予測システム.mdb」中の「気温テーブル」へインポートする仕組みを開発した（別紙図1）。インポート用データファイルは、インターネットから取り込むhtmlとcsvファイルの2種類とした。最初にメインメニューから「インポート準備」フォームを開き、「気温テーブル」内の最新入力データを示し、htmlとcsvどちらのファイルをインポートするか選択する。なお、「気温テーブル」へは1983年からの県内4地点（表1参照）気象データが入力されている。

htmlファイルのインポートは、「html-form」フォームを開き外部データベースからダウンロードしたhtmlファイル（図4）名を指定



地点名: 新津

日時	風向 16方位	風速 m/s	気温 ℃	降水量 mm	日照 分
1999/05/06 1時	南東	2	8.1	0	0
1999/05/06 2時	南	1	7.3	0	0
1999/05/06 3時		0	6.3	0	0
1999/05/06 4時		0	6.9	0	0
1999/05/06 5時		0	6	0	0
1999/05/06 6時	南東	1	7.3	0	0
1999/05/06 7時	南南東	1	9.3	0	4
1999/05/06 8時	南南西	3	11.8	0	0
1999/05/06 9時	南南西	5	14.3	0	38
1999/05/06 10時	南西	5	16.2	0	56
1999/05/06 11時	南西	5	15.6	0	8
1999/05/06 12時	南西	5	17.6	0	50
1999/05/06 13時	西南西	4	17.2	0	44
1999/05/06 14時	南西	5	19.5	0	44
1999/05/06 16時	西南西	6	18.7	0	38

図4 ダウンロードしたhtmlファイル

データの欠損値検出と重複登録防止も同時に行う。開花期が近づき、アメダスデータをリアルタイムで取り込む

Microsoft Excel - 525531.csv

	A1	地区	年	月	日	時	気温
1	A	地区	年	月	日	時	気温
2	3	4	1999	5	25	1	
3	4	4	1999	5	25	2	
4	4	4	1999	5	25	3	
5	4	4	1999	5	25	4	
6	4	4	1999	5	25	5	
7	4	4	1999	5	25	6	
8	4	4	1999	5	25	7	
9	4	4	1999	5	25	8	
10	4	4	1999	5	25	9	
11	4	4	1999	5	25	10	
12	4	4	1999	5	25	11	
13	4	4	1999	5	25	12	
14	4	4	1999	5	25	13	

図5 インポート用CSVファイル

して「インポート開始

ボタンをクリックすると「気温テーブル」へ

データが自動的に取り込まれる。取り込みは

VisualC++で開発したプログラム「Get Text.

exe」が実行し、htmlファイル内容を解析後、

予測計算に必要な要素「地区」「年」「月」「日」

「時」「気温」に分けて「気温テーブル」へイン

ポートする。その際、

データの欠損値検出と重複登録防止も同時に行う。開花期が近づき、アメダスデータをリアルタイムで取り込む

必要がある時に利用することを想定した。

一方、「excel-form」フォームでは、インポート用csvファイル作成

とインポートを行う。取り込みはhtmlファイルの場合と同じく「Get

Text.exe」が実行する。ただし、ここで作成されたcsvファイルの気温データは未入力であるため（図5）園芸研

究センター観測データ等から得たデータをコ

ピーしてcsvファイルを完成させてからインポートする。予測時期以前に、より長期間のデータを一気にインポートする時を想定した。

3. 気象データを用いた予測計算実行と予測結果表示

ナシ、ブドウともに「予測システム.mdb」中のフォーム上で予測計算の自動実行と予測結果表示を行う。予測計算起算日について、ナシは自発休眠覚醒までの発育速度モデルを用いて計算起算日を算出し（別紙図2）、ブドウは予測対象地点の発芽日を調査後、「発芽日入力」フォームからデータを入力して起算日とする（別紙図3）。

ナシは「予測フォーム」（図6）上で、予測を行う年月日と地区を指定後、「予測レポート表示」ボタンクリックにより、予測に必要な気象データを選んで予測計算を自

図6 ナシの開花予測計算実行フォーム

動実行し、予測結果を表示したレポートを画面上に作成する（別紙図4）。予測結果は、予測を行う日以降の気温を平年値をもとにシミュレートして5通りの結果をレポート上にまとめて表示する（図7）。なお図6で予測

日本ナシ「幸水」の開花予測情報

気象観測地点:

聖籠

予測対象地:

聖籠町

2000 年 4 月 5 日 現在の予測情報です

今後の気温推移により予想開花日は異なります。気象予報等を参考に判断してください。

4 月 5 日以降の気温推移	開花始日	開花盛日
平年並みの場合	4 月 28 日	5 月 2 日
平年より暖かい(平年気温+1℃)場合	4 月 26 日	4 月 29 日
平年よりやや暖かい(平年気温+0.5℃)場合	4 月 27 日	5 月 1 日
平年より寒い(平年気温-1℃)場合	5 月 1 日	5 月 5 日
平年よりやや寒い(平年気温-0.5℃)場合	4 月 29 日	5 月 4 日

開花日の平年値

1982 年 ~ 1999 年までの平均値

4 月 26 日

4 月 30 日

図7 ナシの開花予測計算実行結果レポート

を行う年月日と地区を指定後、今後の気温推移を選択し「再計算」ボタンをクリックすると、フォーム上に予測結果を表示することもできる。ブドウは「ブドウ予測」フォームを開き、ナシの場合とほぼ同様の操作手順で予測計算と予測結果表示を行う（図省略）。

4. 予測結果のhtmlファイル変換とHPでの表示

前述3のフォームで作成したレポートを同じフォームの「html出力」ボタンによりhtmlファイルに変換し、端末の「repo」フォルダ内「pear」フォルダへ地区毎にファイル名をつけて保存する（別紙図5）。ブドウは、同様の方法で「repo」フォルダ内「grape」フォルダへ、予測結果をhtmlファイル変換して保存する。

変換したhtmlファイルを開花予測情報として、FTPソフトを用いてWWWサーバー内のHPへ転送して表示する（図8）。インターネットに接続する環境が整えば、誰でも開花予測情報を見ることが可能になる。この情報を掲載するHPのURLは以下の通り。

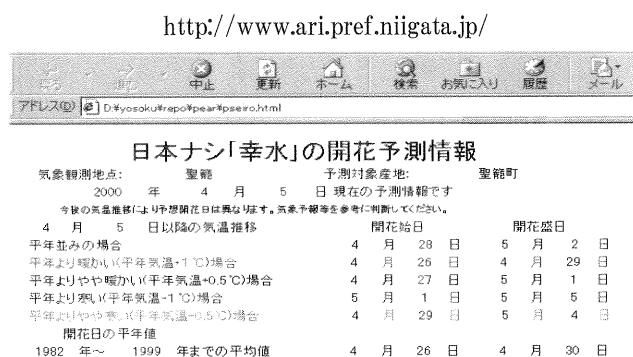


図8 htmlファイルへ変換した予測結果

考 察

1. 農作物の生育予測システムについて

農作物を対象とした生育予測システムは、果樹以外では水稻⁶⁾や花き⁷⁾等ですでに実用化されている。これら1年生作物の生育予測を行う際には、播種日や移植時苗齢、移植日等の栽培条件設定が必要であり、これらの条件は栽培者の置かれた状況に応じて変化する。よって、生育予測結果は設定した条件下では非常に有効な情報となるが、異なる条件下では参考にならない場面が多く、1つの産地内における共通の目安となりにくい。

一方、果樹は永年性であるため、1つの産地における露地の開花期は、年次間差はあるが、同一年の栽培者間差は一般的に小さい。そのため、特定産地を対象とした開花予測情報は産地内の共通目安となり、この目安をもとに各種栽培管理作業計画が練られる。今回のシステムは、このような果樹の特徴をふまえて構築し、インターネットのホームページを利用することで県内主要産地へ

開花予測情報を迅速に提供することが可能と考えられる。

2. 気象データについて

果樹に限らず、各種生育予測を行う上で気象データの果たす役割は大きい。今回予測に利用した発育速度モデルの場合、予測を行う日までは実測気象データ、予測を行う日以降は平年値等の推定データをモデルにあてはめて予測を行うことになる。一般的には、できるかぎり実測データを多く使えばそれだけ予測精度が向上するので、いかにしてリアルタイムでデータを集めるかがシステム構築上の課題となる。今回のシステムでは、インターネットと普及組織で運営しているEIネットの外部データベースの利用により、アメダスデータについてはリアルタイム入手が可能になり、予測精度の向上に大いに寄与できる。

新潟園研観測の気象データについては、過去のデータはデジタルデータとして入手可能であるが、リアルタイムでデータを入手するまでには至っていない。そのため、リアルタイムデータが必要な場合は、図5に示すようなCSVファイルを作成し、園芸研でデータ手入力後インターネットメール等を利用して予測を行う部署にデータを届けて予測を行うことになる。今後、園芸研も含めて試験研究機関の気象データをリアルタイムで利用できる仕組みづくりが必要と思われる。

二宮は、本来気象データなどの基盤的な情報は単一のプログラムのみに使うものではなく、多様な目的に使えるものであるから、プログラムごとに用意することははなはだ非効率的でもあると述べており、様々な用途に利用可能な共通気象データベースの必要性を説いている⁸⁾。今回のシステムも県内4地点の開花予測のために気象データを取り込んでいるが、このデータの他方面での利用方法検討も重要である。また、アメダスデータや各種研究機関観測データ等は、県単位等で活用できるような体制づくりも今後に向けて課題となる。

3. 予測結果について

システムを用いて算出した予測結果の精度を検証するため、産地別に過去のデータを用い満開日実測日から5日間隔で予測日を前倒しし、予測日以降は平年気温を用いて予測を行い予測日と実測日との誤差を調査した（図9、10）。どの産地でもおおむね実満開日に近づくにつれて予測誤差が小さくなる傾向が見られた。ナシの場合、1993年のような異常低温年における予測誤差が大きいですが、それ以外は最終的に誤差3日以内、大部分が2日以内に収まり、今回のシステムは、年による若干の予測誤差は認められるものの、十分実用に耐えるものと思われた。

ナシ、ブドウともに開花1ヶ月前頃からそれぞれ実際の開花期まで、システムへ実測気温を取り込みながら4～5日間隔で予測情報を更新してゆけば、大きな気温変動が起こっても、その都度予測結果を修正しながらリア

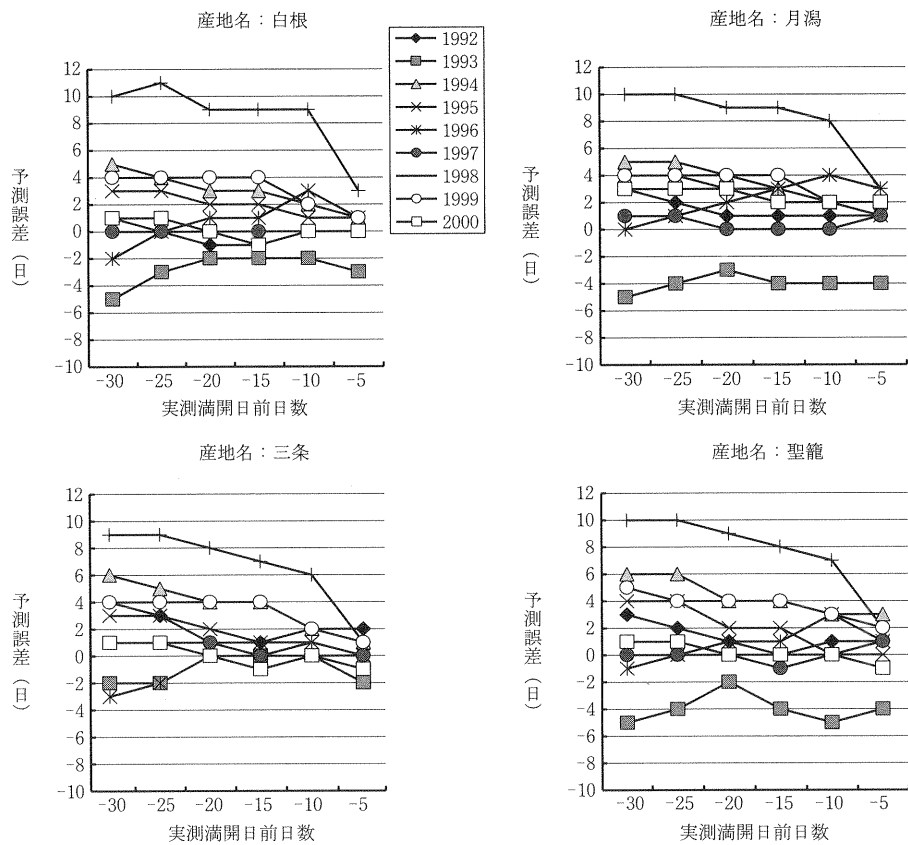


図9 ナシの満開日予測誤差の推移
(予測する日以降の気温は平年値を使用)

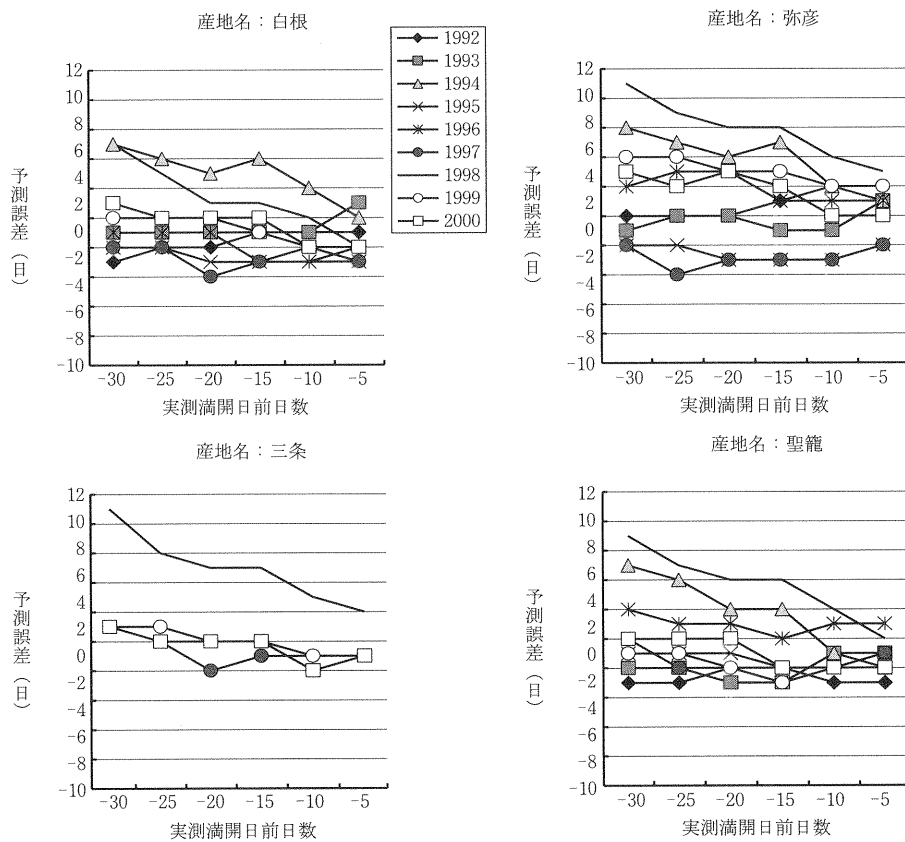


図10 ブドウの満開日予測誤差の推移
(予測する日以降の気温は平年値を使用)

ルタイムで開花期の予測が可能と考えられる。

予測を行う日以降の気温については、平年値を中心に5通りの気温を想定して予測計算を行った。長期予報の精度がさらに向上し、半旬単位での気温変動が正確に予測できるようになれば、気温予測結果をもとに予測日以降の気温をシミュレートしながらの開花期予測も可能と考えられる。また、予測当日以降の気温を、過去の年次間変動をもとにモデル化して、平年値、確率的に最も高くなる温度、低くなる温度の3種類で表して予測結果を算出する方法⁴⁾も提案されているので、今後の検討材料として考える必要がある。

4. プログラミング言語について

今回Access97を用いて構築した「予測システム.mdb」の内部におけるデータ操作や計算等諸作業の自動化は、VBAを用いてプログラミングした。VBAはマイクロソフトのオフィス製品に付属しており、AccessやExcel等でのアプリケーション開発も比較的容易とされている。しかし、専門のプログラミング言語と比較すると、処理速度は遅く、処理内容も限定される⁹⁾。事実、インターネット経由で得たデータの自動インポートについては、VBAではインポート用ファイルの内容解析等が不可能なため、VisualC++で開発した外注プログラムを用いた。

今後情報化が進展するに伴い、コンピュータを利用した各種情報処理がますます増えるものと思われる。ワープロ、表計算までは誰でも容易に取り組めるが、専門のプログラミング言語を使いこなせるまでには相当の年月を必要とする。したがって、今後を見据えた専門の人材育成や教育体制整備も緊要と思われた。

5. 予測対象地点について

今回のシステムで用いた県内の予測地点4か所のうち新潟園研以外は、気象観測地点と開花期観測地点が距離的に離れている。そのため、発育速度モデルに気象データをあてはめて算出した開花日理論値と実測開花日を比較し、予測対象産地において正確な予測ができるか検証した。その結果、開花日理論値と実測値との誤差が小さいことが確認され、今回用いた予測対象地点における予測法として実用可能と判断した¹⁵⁾。今後さらに予測対象地点を増やすためには、過去の開花日等生育調査データをもとに予測精度の検証をしてからシステム化に取り組む必要がある。しかし、規模の小さい産地では関係スタッフ数が制限されることもあり、長期間に及ぶ正確な生育観測データを得るのが難しい。

栃木県では、アメダスデータを用いたメッシュ気候図を利用して県内各地域の開花日を予測し、メッシュ図に表示するプログラムを開発している³⁾。また、長崎県においてもメッシュ気象データを用いたウンシュウミカンの生育シミュレーションシステムを構築している²⁾。新潟県においてさらに予測対象地点を増やす際には、この

メッシュ気象データの利用も考える必要がある。

摘 要

パソコンとインターネットを活用して、新潟県内産地4か所におけるナシ「幸水」とブドウ「巨峰」の開花予測情報を作成するシステムを開発した。システムは、新潟県農業研究情報ネットワーク端末コンピュータ内にデータベースソフト「マイクロソフトAccess97」を用いて構築したアプリケーションを中心に稼動する。

1. 開花予測計算に用いる気象データは、インターネットを利用して外部データベースなどから収集し、アプリケーションへ取り込む。
2. アプリケーション内で気象データをもとに開花予測計算を実行する。予測結果は、予測当日以降の気温をシミュレートして5種類の推定開花日を表示する。
3. 予測結果は、アプリケーション内でhtmlファイルに変換し、新潟県農業総合研究所ホームページへ転送して表示する。

謝 辞

本報の作成にあたり、貴重な御助言と御校閲をいただいた新潟県農業総合研究所企画情報部研究情報室中野富夫室長ならびにアグリ・フーズバイオ研究部古田道夫部長に厚くお礼申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 藤巻伸一・本永尚彦・松本辰也：新潟県農業総合研究所研究報告第1号，49－50（1999）
- 2) 林田誠剛・岸野功・森田昭：長崎県果樹試験場研究報告第5号，1－9（1998）
- 3) 金子友昭：平成10年度関東東海農業研究成果情報，488－489（1999）
- 4) 熊木茂・村木一範・大竹智：北陸農業研究成果情報第8号，100－101（1992）
- 5) 本永尚彦・藤巻伸一・松本辰也：新潟県農業総合研究所研究報告第2号，71－72（2000）
- 6) 新潟県農林水産部経営普及課：水稻生育予測システム操作説明書，1－24（1996）
- 7) 二村幹雄・山口徳之・伊藤和久：第5回農林水産情報研究会講演集，31－34（1996）
- 8) 二宮正士：今月の農業7月号，化学工業日報社，17－22（2000）
- 9) 大川善邦：Visual Basic 読本，工学社，206－207（1998）
- 10) 杉浦俊彦・前島勤・本條均：園学雑64別2，210－

211 (1995)

11) 杉浦俊彦：京都大学学位論文，5-25 (1998)

(別紙図)

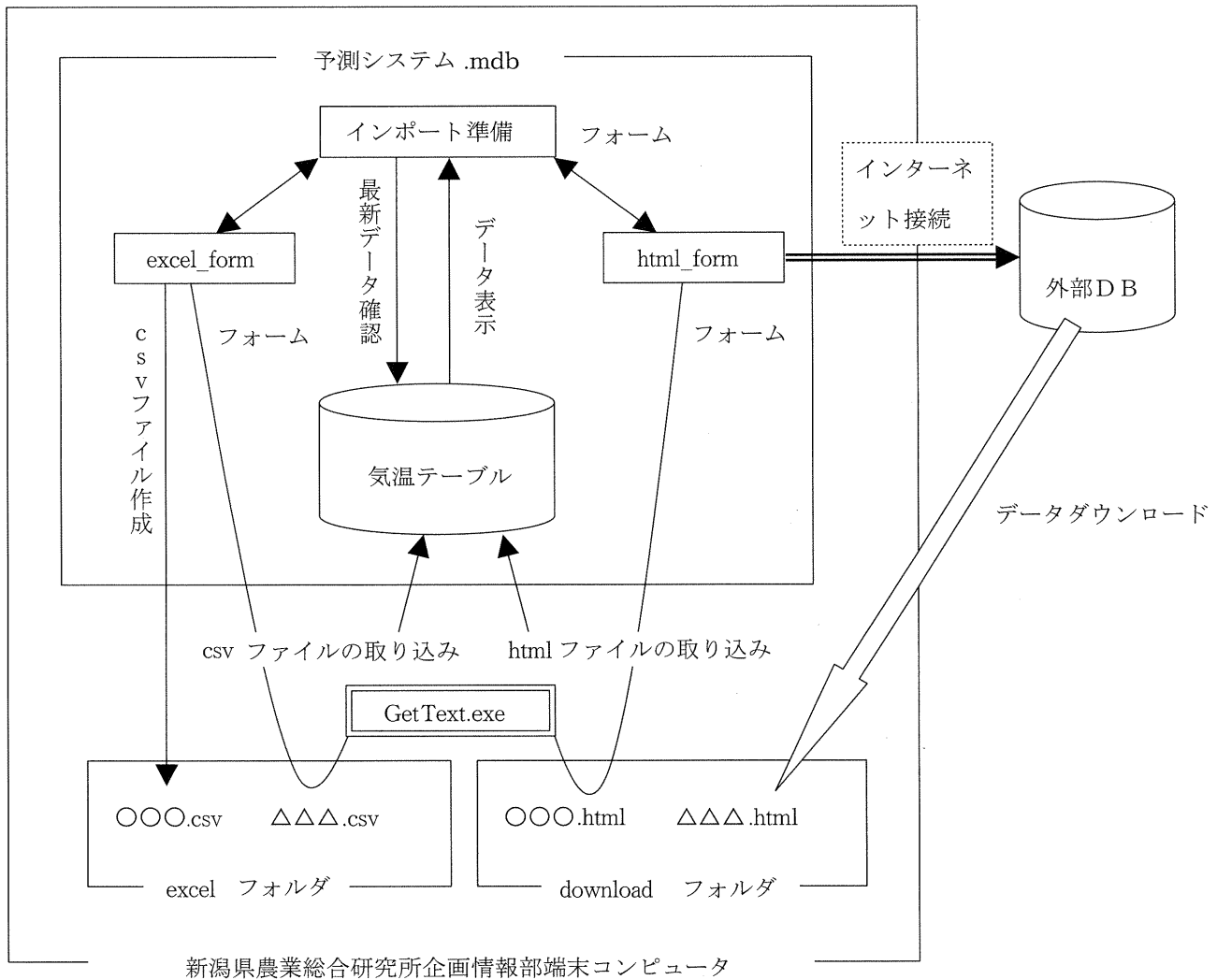
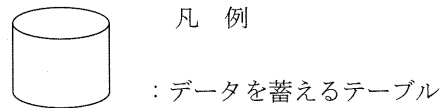


図1 予測システム.mdbへの気象データ取り込み手順



```
graph TD; A[起算日検索] -- "地区と年を指定しボタンクリック" --> B[(気温テーブル)]; B -- "気温データ抽出" --> C([起算日計算]); C -- "休眠覚醒までの発育速度計算" --> D[開花予測計算の起算日検索と保存]; D --> E[(DVR2 起算日)];
```

起算日検索

フォーム

地区と年を指定しボタンクリック

気温テーブル

気温データ抽出

起算日計算

休眠覚醒までの発育速度計算

開花予測計算の起算日検索と保存

DVR2 起算日

図2 ナシの開花予測計算起算日の算出手順

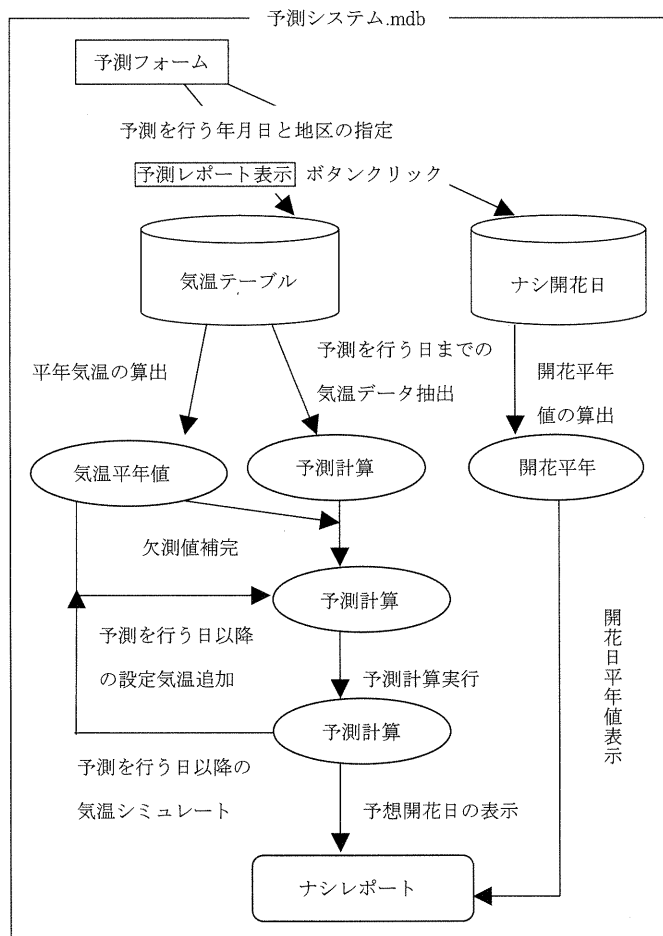


図4 ナシの開花予測結果算出手順

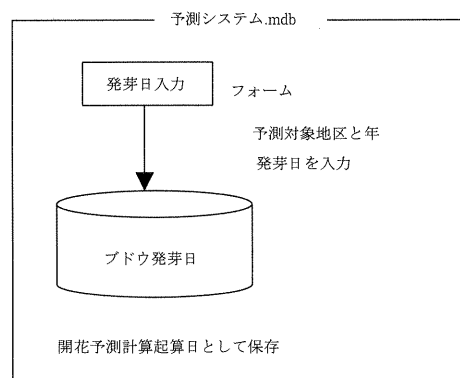


図3 ブドウの開花予測計測起算日入力

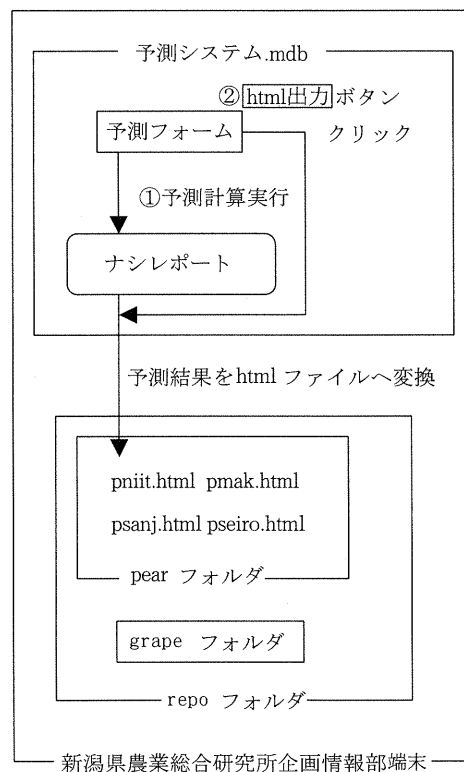


図5 予測結果のhtmlファイル変換手順



:データを蓄えるテーブル



:計算実行用テンポラリ(一時的)テーブル

11

:予測結果を表示するレポート