

リンゴの開花結実に関する研究

第1報. リンゴの発芽および開花予想

鈴木 宏・丹野 貞男

目	次
I. 緒言	19
II. 調査方法および資料	20
1. 生態調査	20
2. 気象調査	21
3. 関係式算出の方法	22
III. 試験結果	23
1. 発芽初めの予想	23
(1) 旬平均気温との関係	23
(2) 積算温度との関係	25
(3) 月平均気温との関係	26
(4) 積雪量との関係	26
(5) 消雪日との関係	26
(6) 自発休眠との関係	26
2. 開花初めの予想	27
(1) 旬平均気温との関係	27
(2) 積算温度との関係	29
(3) 月平均気温との関係	30
(4) 積雪量との関係	30
(5) 消雪日との関係	31
IV. 考 察	32
1. 発芽初めの予想	32
2. 開花初めの予想	33
V. 摘 要	34
VI. 引用文献	36

I. 緒 言

リンゴの発芽および開花予想について、三上氏(25)、斎藤氏(12)、福島氏(25)、玉田氏(16)等は1月1日から毎日の最高気温より 6°C を差引いた積算温度との間にかなり相関の高いことを示している。しかし、年により、品種によって差がみられるといわれている。また、Sandsten氏(9)は、リンゴにつき、1月から開花日までの積算温度をみた結果では相当に変異があり、むしろ前年の7月1日から開花までの積算温度が密接な相関関係のあることを認めている。同氏によると、開花には、たんに温度のみならず、他の種々の要素、例えば、秋季における芽の発育程度、前年度の収量に關係しての体内貯蔵養分、土壤中の肥料成分などが複雑に影響しているから、たんに1月以降のみの積算温度では十分の相関を得ることができないといわれる。

栽培上、事前に発芽日および、開花日の予想ができれば、作業の計画および推進上非常に好都合である。発芽、開花の予察をおこなうとすれば、発芽直前までの積算温度では、何か指標になる植物が必要となる。三上氏(28)はリンゴの「紅魁」を指標植物とし、1月1日から毎日の最高気温の 6°C 以上の積算温度と発芽日から、他品種の発芽日を予想している。しかし、実際に作業の手順などからすれば、予想日までの日数が少ないようにみられる。しかるに、和ナシ「二十世紀」について築取氏(29)等は鳥取で、ブドウ「デラウェア」について、佐藤氏(14)は京都において、開花日を開花前30~25日に予察するとすれば、それより以前の温度との間に相関が高く開花日を予想でき

ること、リンゴにおいてもBrown(22)(8)(18)氏によると、3月前半の気温が開花直前の気温よりも影響の強い場合のあることを述べている。このことから、発芽、開花の予想を時期別の9時気温最高、最低気温、積算温度、積雪、消雪との関係について検討を加えた結果、おおむね満足すべき予想式をえられたのでここに報告する。

謝辞 本研究の実施ならびにとりまとめには今喜代治場長のご指導を、また実施にあたっては野村俊悦、斎藤芳己氏と場員各位の協力をいただき深謝の意を表します。

Ⅱ. 調査方法および資料

1. 生態調査

リンゴの生態調査は、昭和35年から44年までの10年間の資料にもとづいて検討をおこなった。

生態調査樹は秋田県果樹試験場に隣接する平郡町醍醐、伊藤肇氏園の祝（早生種）、ゴールデン・デリシャス（中生種）、国光（晩生種）樹令40年生（昭和44年現在）のものについて調査した。

生態調査基準(3)は頂芽について次の方法にしたがった。

発芽初め	芽の先端が破れ、緑色に見える	開花初め	連続して開花する最初の日
	芽が1樹に3芽以上あるとき	満開期	80%開花した時
展葉期	最初の葉の展開した日	落花期	80%落花した時

10年間における発芽の状況は、第1表に示すとおりである。品種別にみると、祝で最も早い年は4月3日、最もおそい年は4月15日平均4月8日、ゴールデン・デリシャスでは最も早い年は4月4日、最もおそい年は4月16日、平均4月10日である。国光の場合は4月10日が最も早く、4月25日が最もおそく、平均4月17日となっている。年度では、最も早い年は、昭和39年と43年であり、最もおそい年は昭和40年の消雪のおそい年（昭和40年4月24日消雪）であった。この年は圃場に雪はあったが、樹上の芽は発芽した年であった。発芽の早い年とおそい年との間には12日から15日の差がみられる。

第1表 リンゴの年次別品種別発芽初め

品 種 名	昭和 35年	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年	平 年
祝	月日 4. 9	月日 4. 8	月日 4. 9	月日 4. 6	月日 4. 3	月日 4.15	月日 4. 6	月日 4. 7	月日 4. 4	月日 4.11	月日 4. 8
ゴールデン	4.11	4.12	4.10	4. 8	4. 4	4.16	4. 7	4. 9	4. 5	4.13	4.10
国 光	4.20	4.18	4.17	4.13	4.11	4.25	4.17	4.17	4.10	4.21	4.17

開花初めの10年間における状況は、第2表に示すとおりである。この表にみられるように、祝の最も早い年は5月1日、最もおそい年は5月15日で平均5月5日である。ゴールデン・デリシャスの場合には、最も早い年は5月2日、おそい年は5月16日平均5月7日、国光では最も早い年は5

月5日、おそい年は5月18日、平均5月9日となっている。開花の早い年は昭和39年で、おそい年は昭和40年で発芽とはほぼ同じである。

発芽から開花までの日数は、祝では26~30日、平均26.9日、ゴールデン・デリシヤスは22~33日、平均26.8日、国光は15~28日、平均21.9日となっている。開花初めの早い年とおそい年では13~15日の差がみられる。

第2表 リンゴの年次別品種別開花初め

品 種 名	昭和 35年	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年	平 年
祝	月日 5. 6	月日 5. 3	月日 5. 6	月日 5. 2	月日 5. 1	月日 5.15	月日 5. 5	月日 5. 3	月日 5. 2	月日 5. 4	月日 5. 5
ゴールデン	5. 6	5. 4	5. 8	5. 4	5. 2	5.16	5. 6	5. 5	5. 3	5. 5	5. 7
国 光	5.11	5. 6	5.11	5. 7	5. 5	5.18	5. 8	5. 8	5. 5	5. 9	5. 9

2. 気象調査

秋田県果樹試験場の気象観測地点（東経140度32分、北緯39度14分 海拔85m）における観測結果を用いて検討をおこなった。年次別の気象状況は第3、4、5表に示すとおりである。

旬平均気温をみると、9時気温は3月に入ると0°C以上になり、最高気温では0°C以下になる旬は年に1旬ほどである。しかし、最低の旬平均気温では3月上、中、下旬とも(一)であり、年によっては4月に入っても(一)のあらわれることもある。

第3表 9 時 気 温 (旬平均)

月 旬	年 次 (昭和)										°C
	35年	36年	37年	38年	39年	40年	41年	42年	43年	44年	
1 月	上旬 -0.1	-1.8	1.3	-0.8	-1.3	0.6	-0.5	-3.5	0.3	-3.2	
	中旬 -3.0	-4.8	-0.6	-0.4	0.7	-0.5	-4.1	-3.4	-1.0	-1.4	
	下旬 -3.4	-1.6	-2.0	-2.3	-1.4	-0.4	-2.6	-0.8	-2.4	-1.8	
2 月	上旬 -0.5	1.3	2.6	-3.5	-1.0	-2.7	-1.2	0.2	-2.4	-0.8	
	中旬 -2.1	-4.3	0.6	-2.1	-1.8	-1.1	-0.4	-3.3	-2.0	-1.0	
	下旬 1.6	-1.8	1.1	1.2	-2.1	0.0	-0.3	0.1	-0.3	-5.5	
3 月	上旬 1.6	0.9	1.0	0.0	2.1	-1.9	2.2	0.7	1.5	-1.7	
	中旬 3.1	1.6	0.9	2.5	1.8	2.3	3.0	2.0	2.4	0.1	
	下旬 4.5	3.3	3.7	4.0	2.8	2.0	2.7	5.1	6.0	2.5	
4 月	上旬 6.7	6.2	8.2	6.0	8.4	2.1	6.9	8.5	8.1	5.0	
	中旬 9.1	11.2	10.8	12.6	11.2	5.3	7.9	10.9	9.1	9.7	
	下旬 12.5	13.2	11.6	12.9	10.4	9.6	15.6	11.9	12.9	13.6	

第4表 最高気温(旬平均)

月 旬	年 次 (昭和) °C									
	35年	36年	37年	38年	39年	40年	41年	42年	43年	44年
1月上旬	4.0	1.0	3.1	5.5	1.6	3.8	3.6	-1.2	4.0	0.0
1月中旬	1.4	-1.2	2.0	3.2	4.3	3.2	2.6	0.0	1.3	1.8
1月下旬	-0.1	1.3	1.9	1.4	2.5	3.0	2.4	3.2	1.0	2.3
2月上旬	4.9	3.0	5.8	3.4	1.9	-1.3	5.0	3.6	1.0	3.5
2月中旬	1.9	0.9	3.2	3.2	2.0	4.9	4.7	0.7	2.2	3.9
2月下旬	7.4	2.4	2.4	4.7	1.5	0.5	5.3	4.9	3.0	-1.8
3月上旬	5.7	4.2	6.4	3.4	5.7	3.0	6.8	5.7	4.2	2.4
3月中旬	7.0	6.2	4.0	5.4	3.7	5.2	7.8	5.3	8.0	4.6
3月下旬	7.0	8.4	8.4	9.1	6.9	5.0	9.2	8.7	9.6	6.8
4月上旬	11.1	12.5	13.2	11.8	13.9	6.7	11.9	12.4	12.6	8.8
4月中旬	13.6	16.1	15.0	18.3	17.7	11.2	13.7	14.7	14.7	14.3
4月下旬	17.5	18.0	17.8	17.0	16.8	13.5	22.9	19.1	18.9	19.3

第5表 最低気温(旬平均)

月 旬	年 次 (昭和) °C									
	35年	36年	37年	38年	39年	40年	41年	42年	43年	44年
1月上旬	-4.6	-5.1	-3.8	-5.2	-4.3	-4.4	-5.7	-6.0	-4.4	-6.1
1月中旬	-4.5	-9.5	-4.5	-5.9	-2.6	-5.0	-8.0	-8.0	-3.8	-5.1
1月下旬	-7.3	-6.6	-6.9	-6.6	-5.5	-4.9	-7.3	-5.4	-7.6	-5.3
2月上旬	-4.5	-5.1	-3.9	-8.8	-5.2	-8.4	-6.1	-3.3	-7.1	-4.3
2月中旬	-6.8	-8.2	-5.2	-7.6	-5.4	-6.9	-5.5	-7.9	-8.1	-3.9
2月下旬	-2.5	-7.2	-6.6	-3.7	-8.4	-4.8	-5.5	-5.5	-6.0	-9.2
3月上旬	-4.3	-3.6	-5.3	-5.3	-2.9	-9.1	-4.7	-4.9	-2.0	-7.9
3月中旬	-2.5	-5.5	-3.9	-6.2	-2.6	-3.6	-2.1	-5.5	-3.8	-6.2
3月下旬	-0.7	-3.7	-1.8	-1.8	-2.7	-4.4	-2.3	-2.4	0.8	-0.2
4月上旬	0.2	-0.4	0.3	0.1	3.4	-3.2	0.2	5.6	3.0	-0.7
4月中旬	2.5	4.1	3.9	4.5	6.7	-0.1	-0.9	3.6	0.9	4.0
4月下旬	5.0	5.3	5.8	5.4	2.3	0.2	8.1	2.1	3.3	6.9

備考

測点 秋田県平鹿郡平鹿町醍醐 秋田県果樹試験場

東経140度22分、北緯39度14分、海拔85m

3. 関係式算出の方法

(1) 旬別平均気温との関係

発芽の場合は1月より3月まで、開花は1月より4月までの、旬別9時気温、最高気温、最低気温の平均を用いて相関々係を求め、有意性のあるものについて、回帰式を求め発芽日、開花日を予想した。

(2) 最高気温の積算

1月1日より毎日の最高気温0°C以上。最高気温6°Cおよび7°C以上の積算温度と発芽、開花との関係、更に発芽の場合は3月、開花の場合は3月および4月の最高気温(0°C以上の温度

)の積算、また、3月、4月の最高気温の 5°C から 10°C 以上の積算温度と発芽、開花の関係を検討した。

(3) 月平均気温との関係

月別の9時気温、最低気温、最高気温と発芽、開花日との関係を求めた。

(4) 積雪量との関係

2月20日、3月20日、3月31日の積雪量と発芽、開花日との相関関係を求めた。開花との間には回帰式を求め予想を行なった。

(5) 消雪日との関係

消雪日と発芽、開花日との相関関係を求め、開花日との間に回帰式を求め予想をおこなった。

(6) 自発休眠完了との関係

リンゴは自発休眠を完了(11)するには、 7.2°C 以下の温度に1440時間以上当たらなければならないといわれるので、前年の10月から12月末までの最高気温 7.2°C 以下の日数と発芽との相関を求めた。

いずれの場合もゴールデン・デリシャスを主体に行ない、祝、国光については、ゴールデン・デリシャスの相関々係の高いものについて検討をおこなった。

Ⅲ. 試 験 結 果

前記第1、2、3、4、5表に示した発芽初め、開花初めの生態調査成績および気象表から旬別の気温と発芽、開花との相関関係を求めた。

1. 発芽初めの予想

(1) 旬平均気温との関係

ゴールデン・デリシャスの発芽と旬別9時平均、最高、最低気温との相関々係は第6表に示すとおりである。発芽と最も関係の高いのは、3月上旬の平均最低気温との間のようで、 $r=-0.812$ となっている。次いで3月上旬の平均9時気温で、 $r=-0.621$ となっている。1月上旬から2月中旬までは相関々係も(+)に働くが、2月下旬以降の気温は(-)に働くようである。

なお、早生種の祝、晩生種の国光について、ゴールデン・デリシャスと同様の方法で、相関関係の有無を調査した結果は第7表に示したとおりである。これら

第6表 旬平均気温と発芽初めの相関関係

月 旬	9時気温	最高気温	最低気温
1 月上旬	$r=+0.568$	$r=-0.156$	$r=-0.115$
1 月中旬	$r=-0.192$	$r=+0.015$	$r=-0.263$
1 月下旬	$r=+0.337$	$r=+0.109$	$r=+0.440$
2 月上旬	$r=+0.370$	$r=-0.219$	$r=-0.007$
2 月中旬	$r=+0.010$	$r=+0.296$	$r=+0.071$
2 月下旬	$r=-0.475$	$r=-0.330$	$r=+0.096$
3 月上旬	$r=-0.621$	$r=-0.494$	$r=-0.812^{**}$
3 月中旬	$r=-0.290$	$r=-0.179$	$r=-0.410$
3 月下旬	$r=-0.474$	$r=-0.675$	$r=-0.385$

1) 品種はゴールデン・デリシャス

2) 昭和35年～44年の相関

の品種も、ゴールデン・デリシヤスと同じように、3月上旬の平均最低気温と発芽との間には非常に高い相関関係がみられる。

第7表 3月上旬の平均気温と発芽初めとの相関関係

品 種 名	平均気温	最高気温	最低気温
国 光	-0.675	-0.278	-0.825**
祝	-0.810**	-0.454	-0.814**

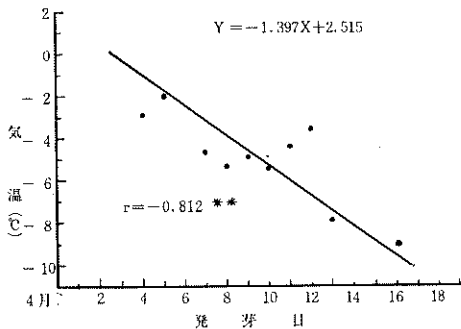
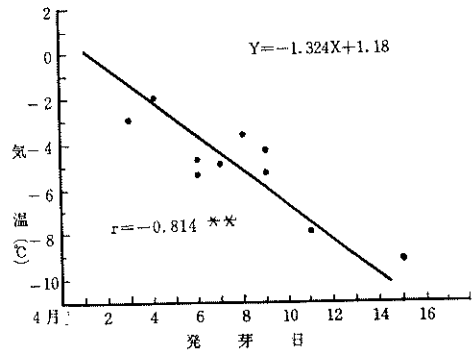
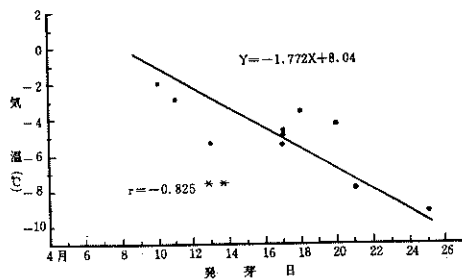
1) 昭和35年~44年の相関

第8表 発芽初めの実際日と予想日

品 種 名		昭和 35年	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年
ゴールデン	実際日	11日	12日	10日	8日	4日	16日	7日	9日	5日	13日
	予想日	9日	8日	10日	10日	7日	16日	9日	10日	6日	14日
	差	+2	+4	0	-2	-3	0	-2	-1	-1	-1
祝	実際日	9日	8日	9日	6日	3日	15日	6日	7日	4日	11日
	予想日	7日	6日	9日	9日	5日	14日	8日	8日	4日	14日
	差	+2	+2	0	-3	-2	+1	-2	-1	0	-3
国 光	実際日	20日	18日	17日	13日	11日	25日	17日	17日	10日	21日
	予想日	16日	15日	18日	18日	14日	25日	17日	17日	12日	22日
	差	+4	+3	-1	-5	-3	0	0	0	-2	-1

1) 発芽日は4月

2) 実際よりも予想の早い年は(+), 遅い年は(-)

第1図 3月上旬の平均最低気温と発芽初め
(ゴールデン・デリシヤス)第2図 3月上旬の平均最低気温と発芽初め
(祝)

第3図 3月上旬の平均最低気温と発芽初め(国光)

以上の相関々係より、回帰式は下のようになった

第9表 リンゴの発芽と回帰式

品 種 名	相関係数	回 帰 式
ゴールデン デリシヤス	$r = -0.812^{**}$	$Y = -1.397x + 2.515$
祝	$r = -0.814^{**}$	$Y = -1.324x + 1.180$
国 光	$r = -0.825^{**}$	$Y = -1.772x + 8.040$

(註) 3月上旬最低平均気温

この回帰式から、発芽の実際日と予想日を算出した結果は第8表に示した。第8表にみられるように、ゴールデン・デリシャスの場合は、実際日より予想日が(+)4日から(-)3日、祝では(+)2日から(-)3日、国光では(+)4日から(-)5日の間に発芽日が入るようである。

(2) 積算温度との関係

1月1日から毎日の最高気温(0°C以上)を発芽日まで積算し、発芽との相関々係をゴールデン・デリシャスについて求めた。第10表に示すように、相関々係は非常に低い。さらに、この最高気温について、りんごの生育に係りの高いといわれる。6°Cおよび7°C以上の積算温度との相関関係を調査した結果であっても、第10表に示すように、本県の場合には相関々係が非常に低い。

第10表 積算温度と発芽初めの相関々係

積算期間 \ 品 種	祝	印 度	ゴール デン	スター キング	国 光	紅 玉
1月1日から発芽日までの温度	—	—	+0.024	—	—	—
〃 -6°C	-0.472	+0.080	-0.024	-0.204	+0.200	-0.123
〃 -7°C	-0.446	-0.301	-0.346	-0.262	+0.100	-0.208

- 1) 最高気温の積算である。
- 2) 6°Cおよび7°C以上の積算(従ってこれ以下の温度は加わらない)
- 3) 昭和35~44年

ゴールデン・デリシャスについて、3月1日から、3月31日までの最高気温(0°C以上)の積算温度との間には相関々係が高く、さらにそれぞれの最高気温から5°Cより10°Cまで別々に差引きた気温の積算温度との間にも有意性のある相関関係を示している。(第11表)

第11表 3月中の最高気温の積算と発芽初めの相関

最高気温より毎日差引いた温度	全積算	-5°C	-6°C	-7°C	-8°C	-9°C	-10°C
相 関 係 数	-0.680*	-0.765*	-0.683*	-0.763*	-0.721*	-0.747*	-0.730*

- 1) 品種 ゴールデン・デリシャス
- 2) 昭和35年~44年

第12表 発芽初めまでの積算温度

	祝	印 度	ゴール デン	スター キング	国 光	紅 玉
最も少ない年	56.3	57.2	65.0	69.1	126.2	65.0
最も多い年	142.1	133.7	151.4	159.0	229.0	148.7
平 均	99.5	100.9	116.3	115.7	168.4	113.5

- 1) 昭和35年から昭和44年まで
- 2) 1月1日から発芽初めまで
- 3) 毎日の最高気温より6°Cを差引いた積算温度

(3) 月平均気温との関係

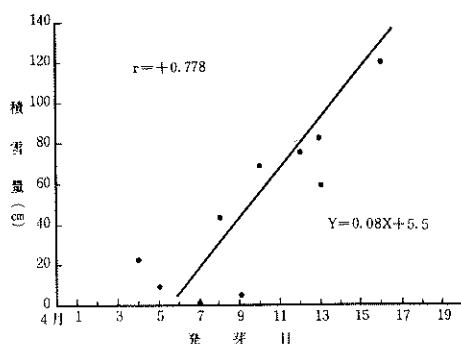
昭和35年から昭和44年まで、月平均気温とゴールデン・デリシヤスの発芽との相関関係を求めると第13表に示すようになる。9時気温、最高、最低の平均気温の場合、1月と2月は全く関係が認められず、3月の平均気温はかなり高い相関関係を示している。その中でも3月の最低気温の月平均気温との間には有意性が認められる。

第13表 月平均気温と発芽初めとの関係

月	9時気温	最低気温	最高気温
1月	-0.030	-0.094	-0.180
2月	-0.034	+0.126	-0.213
3月	-0.677	-0.777*	-0.573

1) 品種ゴールデン・デリシヤス

2) 昭和35年～44年



第4図 3月31日の積雪量と発芽初め(ゴールデン)

(4) 積雪量との関係

予想式を求める関係から、2月20日、3月20日、3月31日の3時点における積雪量と発芽との関係を示すと第14表のとおりである。この表にみられるように、2月20日の場合には、非常に低い3月20日、3月31日と発芽日に近くなるほど積雪量との間には高い相関関係がみられる。

第14表 積雪量と発芽初めとの関係

調査時点	昭和36年	昭和37年	昭和38年	昭和39年	昭和40年	昭和41年	昭和42年	昭和43年	昭和44年	発芽日との相関関係
2月20日	197	120	145	88	137	85	96	111	66	$r = +0.360$
3月20日	118	124	95	50	135	20	50	90	88	$r = +0.648$
3月31日	76	69	43	23	120	0	5	40	59	$r = +0.778^*$

(5) 消雪日との関係

消雪日と発芽との関係をみると、第15表に示すようになっている。これにみられるように消雪日と発芽の間には、高い相関関係がみられ、雪の早く消える年は発芽が早くなる傾向がみられる。

第15表 消雪日と発芽初めとの関係

	昭和36年	昭和37年	昭和38年	昭和39年	昭和40年	昭和41年	昭和42年	昭和43年	昭和44年	発芽日との相関関係
消雪日	4月3日	4月10日	4月8日	4月2日	4月24日	3月29日	3月31日	4月5日	4月13日	$r = +0.741^*$

1) 品種 ゴールデンデリシヤス

(6) 自発休眠完了との関係

自発休眠は7.2℃以下の温度に1440時間以上そうぐうしなければ完了しないといわれることから

最高気温が7.2°C以下の日数を、発芽前年の10月1日から、12月31日までの日数と発芽日との間に関係があるかどうかをみたのが第16表である。発芽前年の7.2°C以下の日数との間には関係がみられなかった。むしろ、その後の気温の影響が強いようである。

第16表 発芽前年(10~12月末)の7.2°C以下の日数と発芽日

	昭和 35年	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年	相関関係
7.2度C以下の日数	47	39	42	46	48	52	47	46	48	40	$r = -0.169$
発芽日	11	12	10	8	4	16	7	9	5	13	

- 1) 品種名 ゴールデン・デリシヤス
2) 最高気温が7.2°C以下の日数

2. 開花初めの予想

(1) 旬平均気温との関係

旬別気温とゴールデン・デリシヤスの開花初めとの相関関係をみると、第18表に示すとおりである。この中で開花初めに最も影響の強いのは、3月上旬の最低気温であり、3月上旬の最低気温が低いほど開花がおくれる傾向がみられる。

一方4月中旬における最高気温も関係深く有意性がみられる。

ゴールデン・デリシヤスと同じ方法で早生種の祝、晩生種の国光について検討をおこなった結果、祝および国光の場合も3月上旬の平均最低気温と開花初めの

第17表 リンゴの開花初めと回帰式

品 種 名	相関係数	回 帰 式
ゴールデン・デリシヤス	$r = -0.776^{**}$	$Y = -1.411x - 1.155$
祝	$r = -0.741^{*}$	$Y = -1.382x - 2.210$
国 光	$r = -0.808^{**}$	$Y = -1.462x + 1.490$

* 3月上旬平均最低気温

第18表 旬平均気温と開花初めの相関係数

月 旬	9時気温	最低気温	最高気温
1月上旬	$r = +0.551$	$r = +0.236$	$r = +0.223$
1月中旬	$r = +0.632$	$r = -0.510$	$r = +0.209$
1月下旬	$r = +0.429$	$r = +0.369$	$r = +0.334$
2月上旬	$r = -0.101$	$r = -0.299$	$r = -0.387$
2月中旬	$r = +0.379$	$r = +0.064$	$r = +0.593$
2月下旬	$r = +0.277$	$r = +0.291$	$r = -0.207$
3月上旬	$r = -0.599$	$r = -0.771^{**}$	$r = -0.208$
3月中旬	$r = +0.066$	$r = +0.162$	$r = -0.164$
3月下旬	$r = +0.455$	$r = -0.496$	$r = -0.634^{*}$
4月上旬	$r = -0.742^{*}$	$r = -0.653^{*}$	$r = -0.420$
4月中旬	$r = -0.762^{*}$	$r = -0.542$	$r = -0.767^{**}$
4月下旬	$r = -0.443$	$r = -0.368$	$r = -0.520$

- 1) 品種 ゴールデン・デリシヤス
2) 昭和35年~44年

表には有意性のある相関関係がみられ、第17間の回帰式が求められた。

さらに相関関係の高いのは、ゴールデン・デリシヤス4月中旬の最高気温、4月上、中旬の9時気温、4月上旬の最低気温である。同じように、祝では4月中旬の最高気温と9時気温、国光では、4月中旬の最高気温と9時気温は関係が高い。

第19表 旬平均気温と開花初めの相関関係

品種名	旬 別	9時気温	最低気温	最高気温
祝	3月上旬	—	$r = -0.741^*$	—
	4月中旬	$r = -0.713^*$	$r = -0.451$	$r = -0.766^*$
国 光	3月上旬	—	$r = -0.808^{**}$	—
	4月中旬	$r = -0.823^{**}$	$r = -0.430$	$r = -0.814^{**}$

1) 昭和35年~44年

4月中旬の最高気温(平均)と各品種との開花初めとの回帰式は第20表のとおりとなる。

相関関係の高い3月上旬の最低気温および4月中旬の最高気温の回帰式を用いて、開花日を予想したのが第21表である。開花

第20表 リンゴの開花初めと回帰式

品 種 名	相関係数	回 帰 式
ゴールド デリシヤス	$r = -0.767^{**}$	$Y = -1.463x + 27.74$
祝	$r = -0.814^{**}$	$Y = -1.582x + 28.32$
国 光	$r = -0.766^*$	$Y = -1.444x + 30.36$

* 4月中旬最高気温

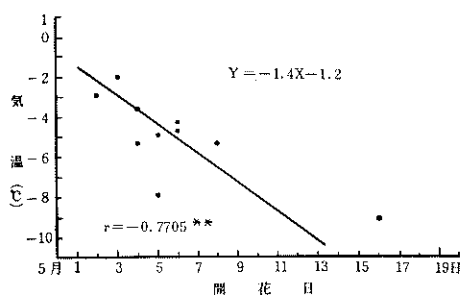
日の実際と予想日との間には、3月上旬の平均最低気温では、ゴールド・デリシヤスで(+)4日から(-)5日の差があり、祝では(+)4日から(-)5日、国光では(+)3日から(-)5日の差がみられる。

4月中旬の最高気温の実際と予想の間には、ゴールド・デリシヤスで(+)4日から(-)4日、祝では(+)4日から(-)4日、国光では(+)3日から(-)5日の間で開花日が予想された。

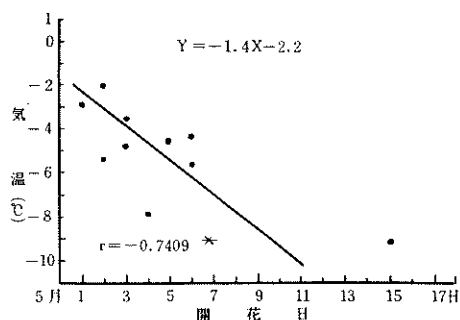
第21表 開花初めの実際日と予想日

品種		昭和 35年	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年
3 月 上 旬 最 低 気 温	ゴ デ ー ン ル	6 5 +1	4 4 0	8 7 +1	4 7 -3	2 3 -1	16 12 +4	6 6 0	5 6 -1	3 2 +1	5 10 -5
	祝	6 4 +2	3 3 0	6 6 0	2 6 -4	1 2 -1	15 11 +4	5 5 0	3 5 -2	2 2 0	4 9 -5
	国 光	11 8 +3	6 7 -1	11 10 +1	7 10 -3	5 6 -1	18 15 +3	8 9 -1	8 9 -1	5 5 0	9 14 -5
	ゴ デ ー ン ル	6 8 -2	4 5 -1	8 6 +2	4 1 +3	2 2 0	16 12 +4	6 8 -2	5 7 -2	3 7 -4	5 7 -2
	祝	6 8 -2	3 3 0	6 5 +1	2 4.30 +3	1 1 0	15 11 +4	5 7 -2	3 6 -3	2 6 -4	4 6 -2
	国 光	11 11 0	6 8 -2	11 9 +2	7 4 +3	5 5 0	18 15 +3	8 11 -3	8 10 -2	5 10 -5	9 10 -1
4 月 中 旬 最 高 気 温											

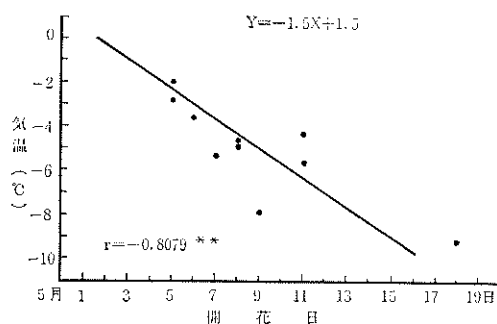
1) 開花日は5月である 2) 実際よりも予想の早い年を(+)遅い場合を(-)として差を出した



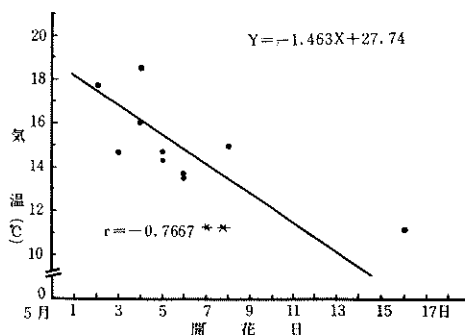
第5図 3月上旬の平均最低気温と開花初め
(ゴールデン)



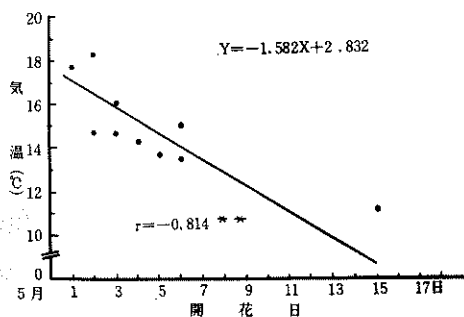
第6図 3月上旬平均最低気温と開花初め
(祝)



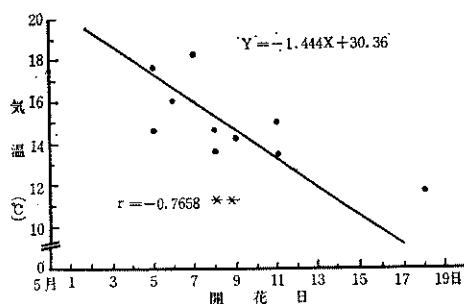
第7図 3月上旬の平均最低気温と開花初め
(国光)



第8図 4月中旬の平均最高気温と開花初め
(ゴールデン)



第9図 4月中旬の平均最高気温と開花初め
(祝)



第10図 4月中旬の平均最高気温と開花初め
(国光)

(2) 積算温度との関係

1月1日から最高気温(0°C以上)を開花日まで積算した場合、ゴールデン・デリシャスでは開花日との間には低い相関関係よりみられない。生育に関係のある温度といわれる6°Cおよび7°C以上を開花日まで積算した温度では、ゴールデン・デリシャスについて、3月および4月中の最

高気温を積算した場合と、5°Cから10°C以上の積算温度との相関々係をみたのが第23表である。
3月中の積算温度では8°C以上のものが有意性はあるが、それ以下では全くみられない。しかし
4月中の場合は、全積算、5°Cから10°Cを差し引いたものの間でも有意性がみられる。

第22表 積算温度と開花初めの相関々係

積算期間	祝	印	度	ゴール デン	スター キング	国	光	紅	玉
1月1日から開花日までの温度	—	—	—	+0.351	—	—	—	—	—
〃 -6°C	-0.047	+0.207	—	+0.112	+0.013	+0.003	—	-0.080	—
〃 -7°C	-0.123	-0.027	—	-0.058	+0.000	+0.028	—	+0.098	—

1) 昭和35年~44年まで

第23表 積算温度と開花初めの相関々係

期	間	全積算	-5°C	-6°C	-7°C	-8°C	-9°C	-10°C
3月1日~3月31日		-0.511	-0.599	-0.443	-0.542	-0.646*	-0.671*	-0.704*
4月1日~4月30日		-0.727*	-0.861**	-0.873**	-0.876**	-0.868**	-0.869**	-0.862**

1) 品種 ゴールデン・デリシヤス

2) 昭和35年~44年

第24表 開花初めまでの積算温度

	祝	印	度	ゴール デン	スター キング	国	光	紅	玉
最も少ない年	344.3	330.6	—	357.5	378.4	396.2	—	357.5	—
最も多い年	468.9	445.4	—	479.6	498.0	520.3	—	498.0	—
平均	382.5	387.4	—	389.2	414.4	448.6	—	404.7	—

1) 昭和35年から昭和44年まで

2) 1月1日から開花日まで

3) 毎日の最高気温より6°Cを差し引いた積算

(3) 月平均気温との関係

昭和35年から昭和44年までの月平均気温とゴールデン・デリシヤスの開花日との関係は第25表のとおりである。開花日の近い月ほど高い関係がみられる。とくに4月は9時気温、最低気温、最高気温とも有意差がみられる。

(4) 積雪量との関係

昭和36年から昭和44年までの9年間の2月20日、3月20日、3月31日の時点における積雪量とゴールデン・デリシヤスの開花日との相関関係をみると第26表のとおりである。2月20日では関係がみられず、3月20日、3月31日になって高い相関々係がみられた。

第25表 月平均気温と開花初めの相関々係

月別	9時気温	最低気温	最高気温
1月	$r=+0.418$	$r=+0.189$	$r=+0.329$
2月	$r=+0.271$	$r=+0.051$	$r=-0.125$
3月	$r=-0.498$	$r=-0.486$	$r=-0.420$
4月	$r=-0.906**$	$r=-0.875**$	$r=-0.944**$

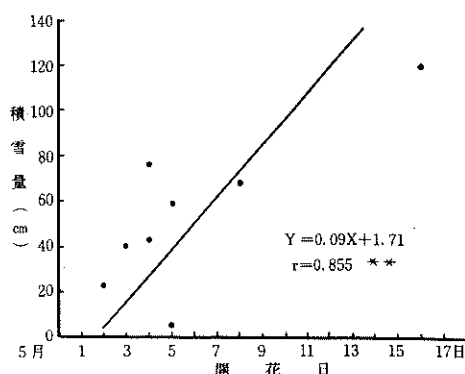
1) 昭和35年より昭和44年まで

2) 品種 ゴールデン・デリシヤス

3月31日の積雪量と開花日との回帰式は、

$$Y=0.09x+1.71 \quad r=0.855$$

回帰式を用いて開花日を予想すると第27表のとおりである。この表にみられるように、(+)5日から(-)4日の間で予想される。



第11図 3月31日の積雪量と開花初め
(ゴールデン・デリシヤス)

第26表 積雪量と開花初めとの相関関係

調査時点	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年	開花日と の相関関係
2月20日	197 ^{cm}	120 ^{cm}	145 ^{cm}	88 ^{cm}	137 ^{cm}	85 ^{cm}	96 ^{cm}	111 ^{cm}	66 ^{cm}	$r=0.173$
3月20日	118	124	95	50	135	20	50	90	88	$r=0.644$
3月31日	76	69	43	23	120	0	5	40	59	$r=0.855^{**}$

品種はゴールデン・デリシヤス

第27表 積雪量(3月31日現在)と開花日の予想

開花日	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年
実際開花日	4	8	4	2	16	6	5	3	5
予想開花日	9	8	6	4	13	2	3	6	7
差	-5	0	-2	-2	+3	+4	+2	-3	-2

品種はゴールデン・デリシヤス

(5) 消雪日との関係

昭和36年より昭和44年までの9年間の消雪日と、ゴールデン・デリシヤスの開花日との関係は第28表に示すとおりである。この表にみられるように、消雪日と開花日との間には有意な相関関係がみられる。この相関関係から回帰式を求めると、

$$Y=0.4x+3.2 \quad r=0.771 \text{である。}$$

第28表 消雪日と開花初めとの関係

	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年	開花日との 相 関
消雪日	4月 3日	4月 10日	4月 8日	4月 2日	4月 24日	3月 29日	3月 31日	4月 5日	4月 13日	$r=0.771^*$

1) 品種はゴールデン・デリシヤス

これより開花日を予想すると第29表のとおりである。実際開花日と予想日との間には(+)3日から、(-)4日の間で予想ができた。

第29表 消雪日と開花初めとの関係

開 花 日	昭和 36年	昭和 37年	昭和 38年	昭和 39年	昭和 40年	昭和 41年	昭和 42年	昭和 43年	昭和 44年
実際開花日	4	8	4	2	16	6	5	3	5
予想開花日	5	8	7	4	13	3	4	6	9
差	-1	0	-3	-2	+3	+3	+1	-3	-4

1) 開花日は5月である

2) 品種はゴールデン・デリシャス

Ⅳ. 考 察

1. 発芽初めの予想

リンゴの発芽予想について、三上氏(28)、斎藤氏(12)、福島氏(25)、玉田氏(16)は1月1日からの最高気温(0°C以上)より6°Cを差し引いた温度の積算が青森県においては、リンゴの発芽に強く影響するといわれている。しかし、年により品種によって差がみられる。青森県における1月1日から発芽までの積算温度はゴールデン・デリシャスでは102°C、祝88.7°C、国光では184.5°Cといわれ、また、ゴールデン・デリシャスは0°C以上の温度が関係深いといわれる。当場の場合、第12表に示すように、ゴールデン・デリシャス、祝では青森県の場合より多くの温度を要しているが、国光の場合にはかえって少なくなっている。この積算温度は発芽日までのものであり、予想するとすれば、不都合であるので、三上氏(28)によると、リンゴ「紅魁」のような発芽の早い品種を指標にして、積算温度との関係を見て、それから発芽日の予想を行なっている。積算温度については、小林氏(9)(10)は必ずしも積算温度のみで決定されないといわれている。当場の場合も積算温度と発芽日との相関々係を検討したが、いずれも関係が低かった。そこで旬別の9時平均気温、平均最高気温、平均最低気温との相関々係をみると、ゴールデン・デリシャスでは、3月上旬の最低平均気温との間に、 $r = -0.812$ を示し、回帰式 $Y = -1.397x + 2.515$ で、これより、発芽日の予想を行なったところ、(+)4日から(-)3日の間で発芽日の約30日前に予想ができることを確認した。

発芽予想については、桑で鈴木氏(21)は、平均気温、平均最高気温、地面温度、地中30cm温度、降水量、日照時数と1月、2月、3月との相関をみると、やはり3月の気象要素、とくに平均気温が大きく影響していることを述べている。しかも発芽間近になれば、その相関が強まることを述べている。また、鳥井氏(21)は茶の場合には3月上旬から4月中旬までの積算平均気温との間に高い相関々係のあることを示している。リンゴの場合、ゴールデン・デリシャスについて当場でも、3月の積算と発芽との間には相関々係の高いことがみとめられる。3月中の最高気温(0°C以上)の積算および、それより5°、6°、7°、8°、9°、10°Cを差し引き積算した温度であっても相関々

係が高い。このことは斎藤氏(16)のいわれるように、ゴールデン・デリシャスは、 0°C 以上の温量に関係するといっていることと一致する。

3月上旬の平均最低気温と発芽初めとの関係は、ゴールデン・デリシャのみならず、祝、国光でも高い相関々係を示した。

発芽初めと積雪量との間にはかなり高い相関々係がみられる。3月31日の時点で積雪量の少ないことは、温暖な年であり、生育のすすんでいる年である。3月中に積雪の多い年は発芽初めもおくられる傾向がみられた。

消雪日と発芽初めとの間にも高い相関々係がみられる。しかし、昭和40年のように圃場に積雪があるのに、樹上で発芽のみられた異常な年もあるが、普通は消雪後に発芽する。消雪から発芽までの日数は短く、予想には不適當である。

リンゴは自発休眠を完了するのに、 7.2°C 以下の温度に1440時間以上あることが必要であるといわれるので、発芽前年の10月1日から12月31日までの最高気温 7.2°C 以下の日数と発芽との関係を検討したが、相関々係は低い。リンゴの自発休眠から他発休眠に移るのは菊池氏(7)は1月下旬ころではないかといわれている。1月下旬は低温なるために他発休眠が続ぎ、結局、発芽には3月上旬の気象が影響しているもののようである。

発芽日を予測し、作業手順をすすめるとすれば発芽30日前頃に予測したい。その点からすれば、3月上旬の平均最低気温が利用できる。

2. 開花初めの予想

佐藤氏(14)はブドウのジベレリン処理の際に開花日を予想し、その前1週間に処理を行なうことから、開花日の予想を行なっている。過去7か年の平均開花日6月7日から約25日前に開花日を予想するために、4月1日から5月10日までの間の平均気温と開花日とは、 $r=-0.910$ の相関々係のあることを知り、これより予察式を求めている。予察式と実際の開花日との間には、多少のずれをしようずるが、その際は予想後の気温に注意し、温度の高い場合は1日早め、気温の低い場合は1日ずらすようにしている。築取氏(29)は鳥取県において和梨二十世紀の開花について、満開日と3月中旬の最高気温との関係を検討し、日々の最高気温から、 5°C から 10°C をおのおの差し引いたものの積算値の中では 7°C を差し引いた場合、満開日と最も相関々係が高いとし、これより開花予想式を算出している。

リンゴのゴールデン・デリシャスの開花日と気温との間には第18表に示すように、3月上旬の最低気温が強く影響し、続いて4月中旬となっている。祝、国光も同様に3月上旬の影響を受けている。この関係を3月上旬の最低気温から関係式を求め、開花日を予想した結果は第21表に示した。ゴールデン・デリシャスで(+)4日から(-)5日、祝では(+)4日から(-)5日、国光では(+)3日から(-)5日の市で予想された。したがって、3月上旬の最低気温で第1回の予測を行ない、そ

の後、温度の変化があるので、4月中旬の最高気温を用いて第2回の予測を行なえば確実性が高まる。

月の平均気温の中では4月の気温が最も関係が深く、とくに4月中の最高気温との間に関係が深いようである。

リンゴの開花と積算温度については、青森県において福島氏(25)は1月1日から5月10日まで、さらに15日、20日までの最高気温より6°Cを差し引いた積算温度と満開日との間にかなり高い相関々係をみているが、本県の場合は第22表に示すように低い相関々係である。しかし、3月および4月中の最高気温とゴールデン・デリシャスの開花日との間には非常に高い相関々係を有する。Brown氏(20)(18)は120種のリンゴについて、開花期、開花順序を3年間調査した結果、開花期に対しては3月前半の方が、それ以後の温度よりも大きく影響するという点から考えて、本県におけるゴールデン・デリシャスの場合は3月上旬の平均最低気温が開花および発芽に強く影響しているのではなかろうかと思われる。

積雪量と開花日との関係は、2月20日、3月20日の時点よりも、3月31日になって関係が強くなる。また、消雪日と開花日の場合、ゴールデン・デリシャスではかなり高い相関々低を示すので、回帰式を求め開花日を予想してみると、(+)3日から(一)4日の巾で開花日を予想できた。

以上を総合して、ゴールデン・デリシャスを用いて発芽および開花日を予想するには、3月上旬の平均最低気温を利用し得る。しかし、開花の場合には、その後の気温も影響するので、4月中旬の平均最高気温を用いて修正を行なうことにより、さらに、正確度の高い予想ができる。

V. 摘 要

1. リンゴの発芽初め、開花初めの予想方法を確立するため、秋田県果樹試験場(秋田県平鹿郡平鹿町醍醐)における、昭和35年から昭和44年までのリンゴの生態調査成績と気象観測成績(測点東経140度32分、北緯39度14分、海拔85m)を資料として、ゴールデン・デリシャスを中心に、早生種、祝、晩生種、国光について検討を行なった。

2. リンゴの発芽初めおよび開花初めは次のとおりである。

第30表 リンゴの発芽、開花初め

品 種 名	発 芽 初 め			開 花 初 め		
	最も早い年	最も遅い年	平 年	最も早い年	最も遅い年	平 年
ゴールデン デリシャス	4月4日	4月16日	4月10日	5月2日	5月16日	5月7日
祝	4月3日	4月15日	4月8日	5月1日	5月15日	5月5日
国 光	4月11日	4月25日	4月17日	5月5日	5月18日	5月9日

(昭和35年～昭和44年)

3. リンゴの発芽について

(1) リンゴの発芽と旬別平均の9時
気温、最高気温、最低気温と相関々係の
最も高いのは、3月上旬の平均最低気温
であり、各品種との間には次の関係式が
成り立つ。

第31表 リンゴの発芽と回帰式

品 種 名	相関係数	回 帰 式
ゴールデン デリシヤス	$r = -0.812^{**}$	$Y = -1.397x + 2.515$
祝	$r = -0.814^{**}$	$Y = -1.324x + 1.180$
国 光	$r = -0.825^{**}$	$Y = -1.772x + 8.040$

(註) 3月上旬平均最低気温との関係

(2) 積算温度と発芽との関係 ゴールデン・デリシヤスについて、1月1日から発芽日までの積算温度(0°C以上)と発芽の間には、相関々係が低く、3月の最高温度(0°C以上)の積算、さらには、5°Cから10°Cまで、おのおの差し引いた積算温度との間には高い相関々係がみられた。

(3) 月平均気温との関係 ゴールデン・デリシヤスの発芽と月平均気温では3月が影響が強く $r = -0.777$ であった。

(4) ゴールデン・デリシヤスの発芽と積雪量との関係では、3月31日の積雪量との間に $r = +0.778$ がみられた。

(5) ゴールデン・デリシヤスの発芽と消雪日との間に $r = +0.741$ の関係がみられた。

(6) 10月1日から12月31日までの最高気温が7.2°C以下の日数と、ゴールデン・デリシヤスの発芽との関係では相関々係が低かった。

4. リンゴの開花について

(1) 旬別気温とゴールデン・デリシヤスの開花では、3月上旬の平均最低気温が最も関係が高く、次いで、4月中旬の平均最高気温であった。さらに、祝、国光でも3月上旬の平均最低気温が相関はみられるが、より以上に4月中旬の平均最高気温の影響が高くなっている。3月上旬の平均最低気温との間には左の関係式が成り立つ。

第32表 リンゴの開花と回帰式

品 種 名	相関係数	回 帰 式
ゴールデン デリシヤス	$r = -0.771^{**}$	$Y = -1.411x - 1.155$
祝	$r = -0.741^{*}$	$Y = -1.382x - 2.210$
国 光	$r = -0.808^{**}$	$Y = -1.492x + 1.490$

(註) 3月上旬の最低気温との関係

(2) 1月1日からの最高気温で0°C以上の積算では、各品種とも関係は低く最高気温より6°Cおよび7°Cを差し引いた積算温度でも関係が低かった。3月の気温では、最高気温より8°C以上を積算した温度で関係が高い。さらに、4月の最高気温の積算温度は開花と高い相関々係を示した。

第33表 リンゴの開花と回帰式

品 種 名	相関係数	回 帰 式
ゴールデン デリシヤス	$r = -0.767^{**}$	$Y = -1.463x + 27.74$
祝	$r = -0.814^{**}$	$Y = -1.582x + 28.32$
国 光	$r = -0.766^{**}$	$Y = -1.444x + 30.36$

(註) 4月中旬最高気温との関係

- (3) 月平均気温と開花日では、ゴールデン・デリシャスでは、4月の9時気温、最低気温、最高気温の平均では相関関係が高い。1月から3月までの月平均気温との相関は非常に低い。
- (4) ゴールデン・デリシャスの開花日と積雪量との間には、 $r=0.855$ の関係がみられた。
- (5) ゴールデン・デリシャスの開花日と消雪日との間には $r=0.771$ の関係がみられた。
5. リンゴの発芽日および開花日を予想するには、3月上旬の平均最低気温で予想ができることを明らかにした。さらに開花日については4月中旬の平均最高気温も影響が強い。

Ⅵ. 引用文献

1. 秋田県果樹試験場 (1957~1968). 業務報告 第1号~第12号
2. 青森県りんご試験場 (1958~1967). 業務報告
3. 後沢憲志 (1954). りんご栽培増益法 養賢堂
4. Ellenwood, C. W (1931) Bloom period and yield of apples. Ohio Agr. Exp. Sta. Bul. 472
5. 大畑徳輔訳 (1952). リンゴ栽培と環境 果実日本7(3); 26. (M. A. Blake, L. J. Edgerton, and O. W. Davidson; New gersay A. E. S. Circular 494 1949)
6. 木村甚弥編 (1961). リンゴ栽培全編 養賢堂 P316~323
7. 菊池秋雄 (1948). 果樹栽培と立地条件 農及園 23(1); 45
8. 熊代克己 (1961). 果樹栽培生理新書 リンゴ 朝倉書店 P46~47
9. 小林 章 (1965). 果樹園芸総論 P15 養賢堂
10. — (1961). 果樹の種類と温度条件 農及園 36(1); 9
11. — (1952). 果樹の自発休眠の問題 農及園 27(10); 1085
12. 斎藤泰治 (1954). リンゴ編 P37~44. 養賢堂
13. — (1949). 苹果の季節的發育相 園芸学会雑誌 18(1:2) 43~51
14. 佐藤和郎 (1961). ブドウ(デラウェア)の開花予想 農及園 36(6); 1034
15. 島 善鄰 (1948). リンゴ栽培の立地的条件 農及園 23(1); 49
16. 玉田 隆 (1967). リンゴの芽出し時期が温度から予想できるか 青森農業 18(2); 32
17. 中川行夫 (1968). 果樹の気象的適地条件に関する研究 園試報告 A 7; P111~144
18. 永沢勝雄 (1948). 園芸の基礎問題 P69~71 鳳文書林
19. 中原孫吉 (1948). 季節現象 P 50 河出書房
20. 長野県園芸試験場 (1960~1968) 果樹試験成績
21. 農林省振興局研究部 (1961). 農業気象ハンドブック P429~441 養賢堂
22. Brown A. G. (1940). The Order and period of blossoming in apple varieties, Jour. Pomol. Hort. Sci. 18(1); 68-73
23. 本田 昇 (1949). 梅の開花結実 昭和24年春園芸学会発表要旨
24. 福島住雄 (1965). りんごの生産を支配する要因と生産予想に関する研究 青森県りんご試験場報告 第9号; 1-42
25. — (1958). 森英男編りんご栽培全書; P190 朝倉書店
26. — (1960). りんごの栄養生理 農及園 35(3); 459
27. 福島県園芸試験場 (1960~1968). 果樹試験成績
28. 三上敏弘 (1969). りんごの一年(生理・生態編) 青森県りんご協会発行
29. 築取作次・三好 満・山田満男 (1960). 梨の人工授粉に関する研究 鳥取県果樹試験場試験研究報告 第1号 P1-27

Studies on Blossoming and Fruit-Bearing of Apple Trees

I. Estimate for the Time of Budding and Flowering in Apple Trees.

Hiroshi Suzuki and Sadao Tanno

Summary

1. In order to establish a way to estimate the time of budding and flowering of apple trees, we have made a correlation analysis on the basis of ecological and meteorological data of apple variety, "Golden Delicious", "American Summer Pearmain" and "Rall's Janet" by observing them at Akita Fruit-Tree Experiment Station situated in long. $140^{\circ}32'$ E., lat. $39^{\circ}14'$ N. and 85 meters above sea level, during the year 1960-1969.

2. The following is about the date of budding and flowering.

Variety	Date of budding			Date of flowering		
	Earliest date	Latest date	Average	Earliest date	Latest date	Average
Golden Delicious	4/4	4/16	4/10	5/2	5/16	5/7
A. S. Pearmain	4/3	4/15	4/8	5/1	5/15	5/5
Rall's Janet	4/11	4/25	4/17	5/5	5/18	5/9

(1960-1969)

3. Budding of Apple Trees :

(1) Average minimum temperature for the first ten days of March had the greatest relation to the date of budding among the maximum, minimum and average temperature in each decade of the month.

The following table shows correlation between the date of budding in apple trees and average minimum temperature for the first ten days of March.

Variety	Correlation coefficient	Regression equation
Golden Delicious	$r = -0.812^{**}$	$Y = -1.397x + 2.515$
A. S. Pearmain	$r = -0.814^{**}$	$Y = -1.324x + 1.180$
Rall's Janet	$r = -0.825^{**}$	$Y = -1.772x + 8.040$

(2) Summation of maximum temperature above 0°C from January 1 to the budding day was not so related to the date of budding. But significant correlation was found between summation of maximum temperature (above 0°C) in March and the date of budding. And also the same result was found concerning summation of monthly heat deducted 5 to 10 degrees from maximum temperature in March.

(3) Monthly mean temperature and the date of budding :

Average minimum temperature of March had highly significant relation to the date of budding as to Golden Delicious. ($r=-0.777$)

(4) There was significant correlation between the amount of snow as of March 31 and the date of budding as to Golden Delicious. ($r=+0.778$)

(5) Correlation between the date of thaw and the date of budding as to Golden Delicious was also significant. ($r=+0.741$)

(6) The number of days on which temperature was below 7.2°C from October 1 to December 31 was scarcely related to the date of budding.

4. Blossoming of Apple Trees :

(1) As to Golden Delicious, A. S. Pearmain and Rall's Janet, there was highly correlation between the date of flowering and average minimum temperature during the first ten days of March, and also average maximum temperature during the middle ten days of April.

The following table shows correlation between the date of flowering and average minimum temperature for the first ten days of March.

Variety	Correlation coefficient	Regression equation
Golden Delicious	$r=-0.771^{**}$	$Y=-1.411x-1.155$
A. S. Pearmain	$r=-0.741^{*}$	$Y=-1.382x-2.210$
Rall's Janet	$r=-0.808^{**}$	$Y=-1.462x+1.490$

Correlation between the date of flowering and average maximum temperature for the middle ten days of April

Variety	Correlation coefficient	Regression equation
Golden Delicious	$r=-0.767^{**}$	$Y=-1.463x+27.74$
A. S. Pearmain	$r=-0.814^{**}$	$Y=-1.582x+38.32$
Rall's Janet	$r=-0.766^{**}$	$Y=-1.444x+30.36$

(2) Summation of maximum temperature above 0°C during the period from January 1 to flowering date of each variety had no significant relation to the date of flowering, and a similar result was found in summation of available heat by subtracting 6 to 7 degrees from maximum temperature. Summation of temperature subtracted 8 to 10 degrees from maximum temperature during March had closer relation to flowering than that of temperature over 0°C . And even more highly significant correlation was found between summation of maximum temperature during April and the date of flowering.

(3) There was close correlation between monthly mean temperature of maximum, minimum and average in April and flowering time of Golden

Delicious. But average temperature of other month, January, February and March had not a considerable influence on the date of flowering.

(4) Correlation coefficient, $r=+0.855$, was found between the amount of snow as of March 31 and the date of flowering of Golden Delicious.

(5) Significant correlation was also found between the date of thaw and the date of flowering as to Golden Delicious. ($r=+0.771$)

5. Judging from the above data, it is possible to estimate the time of budding and flowering with average minimum temperature during the first ten days of March. On the time of flowering, average maximum temperature during the middle ten days in April has also a considerable influence.