

諫早湾干拓地における中晩生タマネギの生育の推移と 日平均気温・地温の関係からみた防除時期と追肥時期

平山裕介

キーワード：諫早湾干拓地，タマネギ，日平均気温，日平均地温，生育推移

The season of prevention and additional fertilizer judged from the relations of daily mean temperature / the daily mean ground temperature and the growth of the medium late maturing onion at Reclaimed Land of Isahaya Bay

Yusuke HIRAYAMA

目次

1. 緒言
2. 材料および方法
 - 1) 気温および地温調査
 - 2) 生育・収量の調査
 - 3) 土壌調査
3. 結果
 - 1) 気温と地温の推移および回帰式
 - 2) 地上部の生育推移
 - 3) タマネギの窒素吸収量と土壌の化学性
4. 考察
 - 1) べと病防除の重点時期
 - 2) 追肥の時期
5. 摘要
6. 引用文献

Summary

1. 緒言

国内のタマネギ栽培の作付面積は約2万5300haで、出荷量は102.7万t¹⁾である。また、タマネギの需要は141.5万t(輸入を含む)と高く、うち83万5千トン(約59%)が加工・業務用に使用されている²⁾(2010年)。加工・業務用タマネギに占める輸入品の割合は増加しているが、一方で、食の安全安心を求める声は高く、国内産タマネギの需要は高い。

長崎県では県内各地で加工・業務用タマネギ栽培の取り組みが始まっており、諫早湾干拓地でも盛んである。諫早湾干拓地のタマネギ栽培面積は営農開始時の69.8ha(2009年)から162.2ha(2016年)に急激に増加しており、今後も加工・業務用のみならず青果も含め、面積の拡大が見込まれる。

諫早湾干拓地の圃場は1筆が約6ha(小江干拓地

は約3ha)で、1経営体の平均経営面積は農業生産法人で24.1ha、個別経営体で8.6haと大規模営農が行われており、省力・低コスト化が求められている。

一方、環境保全型農業に取り組んでおり、営農者すべてがエコファーマーで、長崎県特別栽培農産物基準(特裁)レベルでの栽培が求められている。特裁は化学肥料の使用量や化学農薬の使用回数が慣行の1/2以下に制限されており、効率的な防除や施肥が求められている。

そこで、諫早湾干拓地におけるタマネギ栽培の主な作型の一つである中晩生品種について、生育の推移と気温・地温との関連を調査し、これを基に過去の気象データから、防除の重点時期や追肥限界時期を検討した。

2. 材料および方法

供試品種は中晩生の「ターボ」(タキイ種苗)で、2012年12月13日に定植し、2013年6月3日に収穫した。調査は気温・地温、土壌および生育について行った。施肥はN-18kg/10a(N-9kg/10a:硫安, N-13kg/10a:なたね油かす:分解率70%)を全量基肥で施肥した。諫早湾干拓地の土壌は、リン酸や交換性陽イオン類が豊富で、県の基準値以上であったため無施肥とした。また、土壌改良資材として牛ふん堆肥2t/10a(現物)を施用した。

栽植株数は、畝幅150cm、条間20cm、株間10cm、4条植で26,666株/10aで、黒マルチ栽培とした。

1) 気温および地温調査

栽培期間中の気温と地温の測定は「おんどとり」(T&D社製:TR-71Ui)を使用し、気温は畝上約20cmの高さ、地温は畝上から約5cmの深さにセンサーを設置した。また、過去6年のデータは、農林技術開発センター干拓営農研究部門に設置してある気象観測装置で測定したものを活用した。

2) 生育・収量の調査

タマネギのサンプリングは、定植時の2012年12月13日、1週間後の12月20日、2013年1月18日、2月20日、3月6日、3月21日、4月5日、4月19日、5月7日、5月20日の10回行い(2月20日以降は約2週間毎)、6月3日に収穫し収量調査を行った。

調査は毎回20株を引き抜き2反復で実施した。調査項目は、全重、葉重、球重、草丈、葉数、球径とし、葉および球は窒素吸収量を測定し、株当たりの窒素吸収量を算出した。また、収穫調査は上記の項目に加え、商品化率、糖度(Brix)、葉および球の乾物率、出荷規格を調査した。

根部はマルチを剥ぎ、株周辺を移植ごてで掘り起し、根を切らないよう土を落としながらサンプリングしたが、生育後半になるにつれ根が切れてしまい、正確にサンプリングすることが出来なかったため、今回の調査からは除外した。

3) 土壌調査

土壌のサンプリングは、2012年12月13日の定植前、定植1日後の12月14日、1週間後の12月20日、2013年1月18日、2月20日、3月6日、3月21日、4月5日、4月19日、5月7日、5月20日(2月20日以降は約2週間毎)、および6月3日の収穫後の計12回行った。

土壌はマルチを剥ぎ、深さ5~10cmの根がある部分4ヵ所から採取し混和したものを1サンプルとし、2反復で実施した。栽培期間中のサンプルの測定項目はpH(H₂O)、EC、無機態窒素とし、作付直前(2012年12月13日)と収穫後(2013年6月3日)は上記に加え、可給態リン酸および交換性陽イオンを追加した。分析は土壌、水質および植物体分析法³⁾に準じた。

3. 結果

1) 気温と地温の推移および回帰式

栽培期間中の日平均気温および日平均地温を図 1 に示す。日平均気温の回帰式は $y=0.0005x^2 - 44.279x+912863$ 、日平均地温の回帰式は $y=0.0005x^2 - 38.759x+798805$ でそ

れぞれ示された。

タマネギの各部位の生育時期は、その年の天候に左右されるため、栽培の目安となるようこの回帰式を用い、日平均気温・日平均地温に換算した。

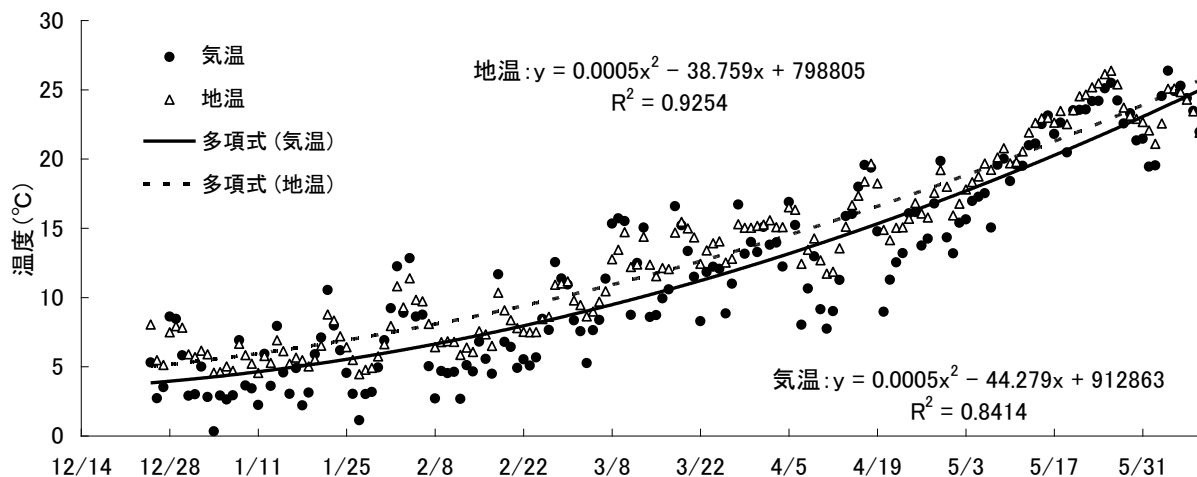


図1 栽培期間中の気温と地温および回帰式

2) 地上部の生育推移

草丈が伸び始めたのは 1 月 18 日(日平均気温 4.9℃, 日平均地温 6.2℃) で最も早く、ついで全重・葉重・球重・葉数・球径が 2 月 20 日(日平均気温 7.8℃, 日平均地温 9.1℃) に増加し始めた(図 2, 3)。

葉重が最も増加したのは 4 月 5 日～19 日(日平均気温 13.3℃～15.5℃, 日平均地温 14.5℃～16.5℃) であり、それ以降は大きな変動はなく、5 月 7 日(日平均気温 18.5℃, 日平均地温 19.3℃) 以降は葉が枯れ始めたため葉重は減少した(図 2, 表 1, 写真 1)。

球重が最も増加したのは 5 月 7 日～20 日(日平均気

温 18.5℃～21.0℃, 日平均地温 19.3℃～21.5℃) であり、1 日当たり約 9.9g 増加した。しかし、4 月 5 日～19 日は約 4.2g/日, 4 月 19 日～5 月 7 日は約 6.7g/日, 5 月 20 日～6 月 3 日も約 4.4g/日と、その前後も球重は増加していることから、球重の増加時期は 4 月 5 日～6 月 3 日(日平均気温 13.3℃～23.8℃, 日平均地温 14.5℃～24.0℃) と長かった(図 2, 表 1, 写真 1)。

全重が最も増加したのは、球重と同じ 5 月 7 日～20 日(気温・地温省略) であり、これ以降も収穫まで増加するが、葉が枯れ始め葉重が減少するため、全重の増加は鈍くなった(図 2, 表 1, 写真 1)

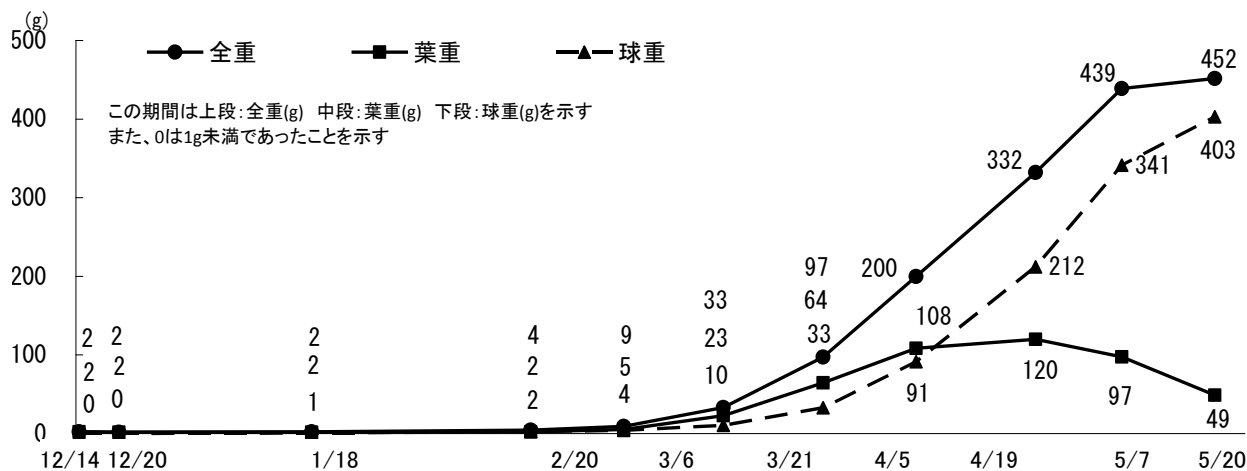


図2 全重・葉重・球重の推移

葉数が最も増えたのは3月6日～4月5日(日平均気温9.3℃～13.3℃,日平均地温10.7℃～14.5℃)であり,10日で約1枚増えた.4月19日以降は葉数の増加はみられなくなり,この時期に葉の枚数が決定した(図3,表1,写真1).

草丈が最も伸びたのは3月21日～4月5日(日平均気温11.2℃～13.3℃,日平均地温12.5℃～14.5℃)であり,1日で約1.8cm伸びた.また,その前後の期間も伸びは盛んで,3月6日～21日で約1.3cm/日,4月5日～19日で約0.7cm/日伸びた(図3,表1,写真1).

球径が最も増加するのは,4月19日～5月7日(日平均

気温15.5℃～18.5℃,日平均地温16.5℃～19.3℃)であり,10日で約1.3cm増加した.その前後(4月5日～19日,5月7日～20日)も10日で1.2cm増加していることから,球径が増加する時期は4月5日～5月20日(日平均気温13.3℃～21.0℃,日平均地温14.5℃～21.5℃)と他よりも長かった(図3,表1,写真1).

収量は,総収量が10,393kg/10a,商品収量が10,335kg/10aで,商品化率は99.4%.1個重は390gで,Brixは8.2であった(表2).また,規格別割合は2L・Lが中心で豊作の年であった(図4).

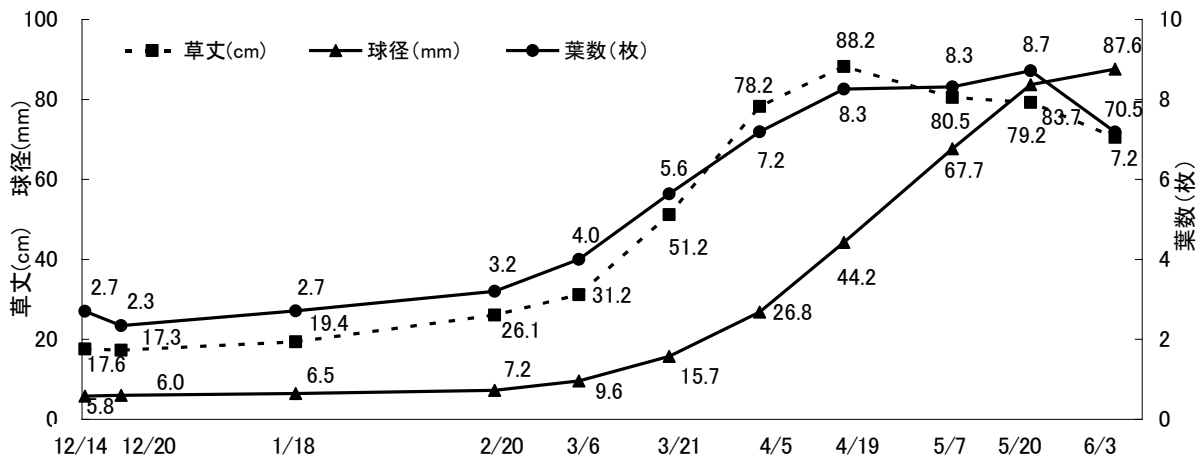


図3 草丈・球径・葉数の推移

表1 調査期間中の各部の1日当たりの増加量

調査期間	1/18～2/20	2/20～3/6	3/6～3/21	3/21～4/5	4/5～4/19	4/19～5/7	5/7～5/20	5/20～6/3
全重 (g/日)	0.07	0.33	1.61	4.27	7.32	7.35	8.22	0.90
葉重 (g/日)	0.01	0.21	1.18	2.78	3.14	0.64	-1.73	-3.49
球重 (g/日)	0.05	0.12	0.43	1.48	4.18	6.71	9.95	4.39
草丈 (cm/日)	0.20	0.36	1.33	1.80	0.71	-0.43	-0.09	-0.62
葉数 (枚/日)	0.01	0.06	0.109 ^{*1}	0.104 ^{*1}	0.08	0.00	0.03	-0.11
球径 (mm/日)	0.02	0.17	0.41	0.74	1.24	1.30	1.23	0.28
株当たり窒素吸収量 (mg/日)	0.36	1.15	5.20	7.14	7.28	1.66	5.04	-0.48
日平均気温 (°C)	4.9～7.8	7.8～9.3	9.3～11.2	11.2～13.3	13.3～15.5	15.5～18.5	18.5～21.0	21.0～23.8
日平均地温 (°C)	6.2～9.1	9.1～10.7	10.7～12.5	12.5～14.5	14.5～16.5	16.5～19.3	19.3～21.5	21.5～24.0

※ 網掛けが増加が大きい期間。下線太数字が最も増加した期間。

※1 0.005の差であったため、最も増加した期間とした。

表2 収量調査結果

総収量 (kg/10a)	商品収量 (kg/10a)	商品化率 (%)	球径 (mm)	球高 (mm)	球径/球高	1個重 (g)	乾物率(%) 球 葉	Brix (%)	窒素吸収量 (g/株)
10,393	10,335	99.4	87.6	94.5	0.93	390	9.4 9.8	8.2	0.42

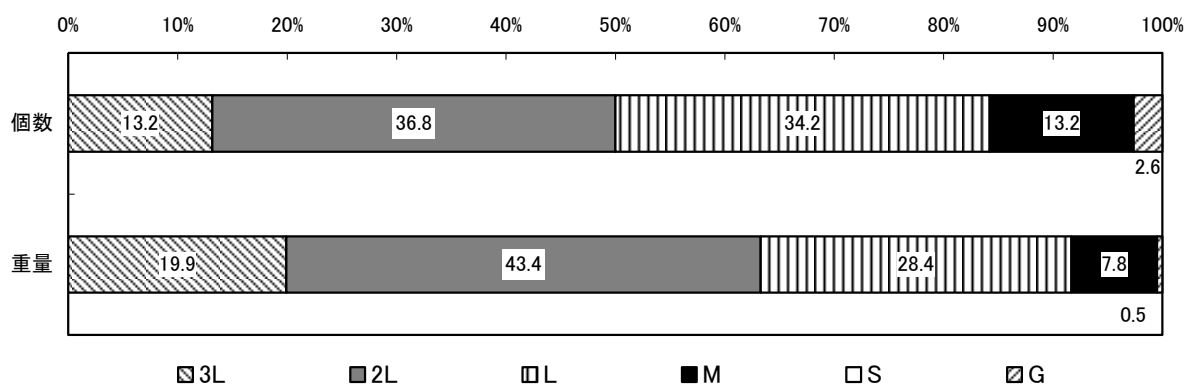


図4 規格別割合 (個数・重量)

3) タマネギの窒素吸収量と土壤の化学性

土壤中の無機態窒素は施肥後徐々に増加し、1月18日(日平均気温 4.9℃, 日平均地温 6.2℃)に高くなった。その後、3月6日(日平均気温 9.3℃, 日平均地温 10.7℃)まで急激に減少した。それ以降は徐々に減少を続けた(図5)。

タマネギ1株当たりの窒素吸収量は1月18日から徐々に増え始め、3月6日(日平均気温 9.3℃, 日平均地温 10.7℃)から急激に増加し、3月21日～4月19日(日平均気温 11.2℃～15.5℃, 日平均地温

12.5℃～16.5℃)にかけて最も増加した。収穫時の株当たり窒素吸収量は0.41gであった(図5)。

栽培期間中のpH(H₂O)は6.0前後で推移し、ECは0.16から徐々に減少し、収穫後には0.05に減少した。いずれも特徴的な動きは見られなかったため栽培期間中のデータは省略した。

作付前および収穫後の土壤の化学性は、施肥後にEC, 無機態窒素, 可給態リン酸, 交換性カリウムが上昇したが、収穫後には全ての項目で低下し、施肥前と比べ大きく変化した項目は無かった(表3)。

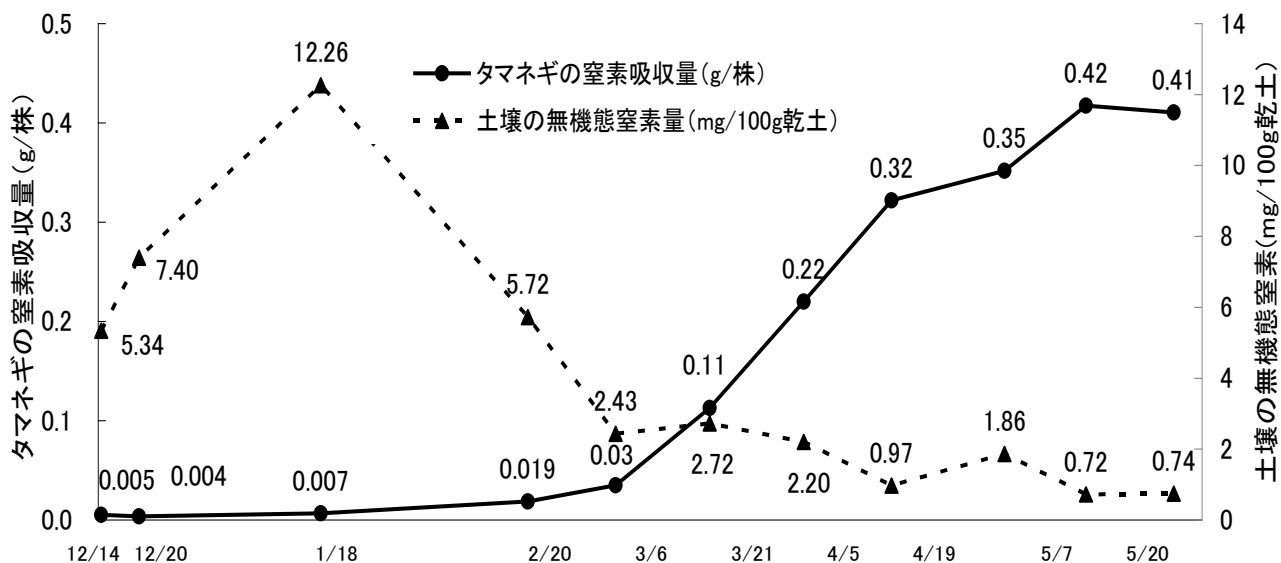


図5 栽培期間中の土壤の無機態窒素および株当たり窒素吸収量の推移

表3 作付前後の土壤化学性

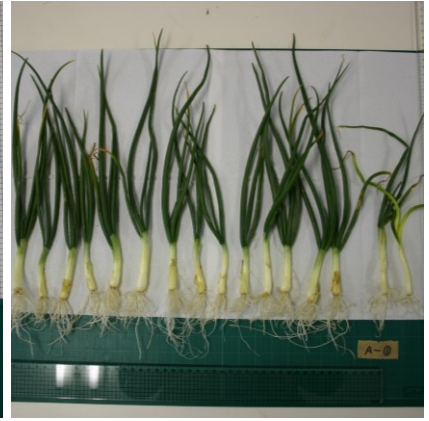
日付	状況	pH(H ₂ O)	EC (mS/cm)	含水率 (%)	無機態窒素 (mg/100g乾土)	可給態リン酸 (mg/100g乾土)	交換性陽イオン(mg/100g乾土)		
							CaO	MgO	K ₂ O
2012/12/13	定植前	6.29	0.035	34.3	0.65	20.6	333	146	107
2012/12/14	施肥後	6.00	0.163	35.0	5.34	34.1	319	147	128
2013/6/3	収穫後	5.91	0.046	34.1	0.74	30.8	291	132	99



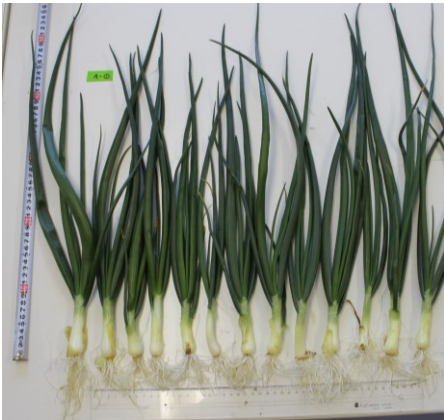
1月18日
(定植35日後)



2月20日
(定植68日後)



3月6日
(定植82日後)



3月21日
(定植97日後)



4月5日
(定植112日後)



4月19日
(定植126日後)



5月7日
(定植144日後)



5月20日
(定植157日後)



6月3日
(定植171日後)

写真1 各調査日のタマネギの生育

4. 考察

試験で得られたデータを基に、諫早湾干拓地の過去の気象データから、草丈の伸長時期、葉の増加時期や球重や球径の肥大時期を推定し、防除や追肥等の栽培管理のタイミングを検討した。

2010～2015年の気象データ（2010年データは一部欠測あり）の平均値の日平均気温と日平均地温の推移を

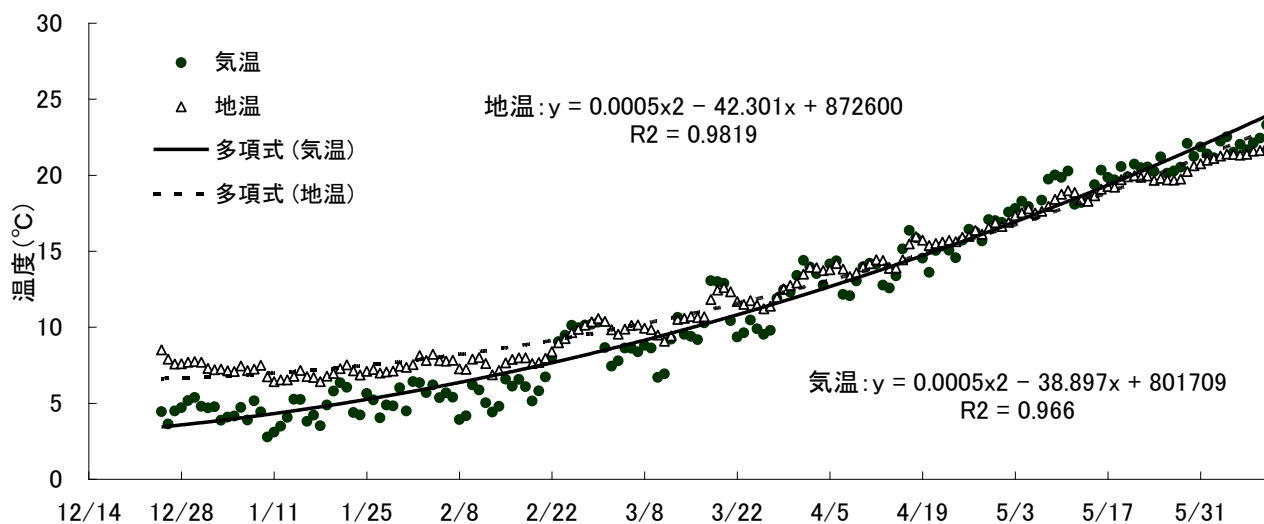


図6 2010～2015年の日平均気温と日平均地温

1) ベと病防除の重点時期

べと病の発生には気温・湿度およびタマネギの生育段階が大きく影響しており、出水⁴⁾によればべと病の病原菌の分生孢子形成最多時期の温度は13.1℃～15.9℃、湿度は86%～94%、また、べと病に対するタマネギの感受性はりん茎肥大期から収穫期に高まるとされている。

回帰式では日平均気温が13.1℃を超えるのは4月5日となる。

湿度は降水量に左右されるため、回帰式から時期の推定は出来ないが、降雨時は湿度が86%以上になることが予測される。また、タマネギの生育が進むにつれ、葉数や草丈が伸び地上部は込み合うため、局所的に湿度が上がりやすくなる。回帰式より草丈は3月22日～4月7日に急激に伸び、葉数は3月6日～4月7日に最も増える。3月上旬から4月上旬は葉が急激に込み合い、降雨後は葉の乾きが悪くなるため、気温の上昇とともに風が無い場合は蒸れ、降雨が無くても茎葉内の湿度が高く保たれることが考えられる。

りん茎肥大期は球径および球重が大きく増加する時期で、その兆候が見られ始めるのは回帰式より、球径・球重ともに4月7日であり、4月上旬以降にはタマネギ

図6に示す。日平均気温の回帰式は $y=0.0005x^2 - 38.897x+801709$ で示され、日平均地温の回帰式は $y=0.0005x^2 - 42.301x+872600$ で示された。

試験で得られた各部の最も生長する時期の気温・地温と、この回帰式より、諫早湾干拓地における中晩生タマネギのべと病防除や追肥の時期を推定した。

のべと病に関する感受性が高い状態に向かっているとと言える。

以上のことから4月上旬以降は、気温・湿度、べと病に対するタマネギの感受性のいずれもがべと病発生条件に合致することを踏まえ、常にべと病の発生に注意し、重点的に防除を行うことが必要であると考えられた。

この回帰式で日平均気温が13.1℃を超えるのは4月5日となったが、各年の日平均気温が13℃を初めて超える日は、2010年から順に2月23日、2月25日、3月18日、2月4日、1月30日、3月17日であった。年により違いがあるが、この頃から、越年罹病株に分生子が形成され、2次感染が起こる事が想定され、特にこの時期は草丈や葉数が増加し始める頃でもあるため、1月下旬から予防的な防除が重要であると考えられた。

また、3月上旬～4月上旬は草丈が10日で18cm、葉数も10日で1枚増える。この間の防除は、薬剤散布後に新たに展葉した薬剤未付着の葉への防除効果を得るために、浸透移行性の高い薬剤を選択し、展葉速度に合わせて、少なくとも10日に1度防除を行うことが効果的であると考えられた。

2) 追肥の時期

諫早湾干拓地のタマネギ栽培は全量基肥施肥のマルチ栽培であるが、天候不順による肥料の流亡や無マルチ栽培の可能性が考えられるため、追肥の時期についても考察する。

追肥の遅れによる窒素不足は、球肥大の遅れや腰高球、抽台発生の要因(4) (6)とされている。一方で、生育が進んだ後の遅い追肥は、貯蔵中の腐敗要因(5) (6)とされており、追肥の時期は重要である。

土壌中の無機態窒素は、日平均気温 4.9℃(回帰式より 1月 24日頃:以下略) 日平均地温 6.2℃(1月 7日)

になる時期から、日平均気温 9.3℃(3月 6日) 日平均地温 10.7℃(3月 7日)にかけて急激に減少する。

3月上旬からはタマネギの地上部の生育が最も生育が盛んになり、株当たりの窒素吸収量が急激に増加する時期(日平均気温 9.3℃(3月 6日), 日平均地温 10.7℃(3月 7日)と重なる。

生育ステージと収量および窒素吸収量の関係において 3月上旬の窒素不足は減収の要因と考えられることから、追肥は 3月上旬までに行うことが適すと考えられた。

5. 摘要

諫早湾干拓地における中晩生タマネギの生育推移と日平均気温と日平均地温の関係を調査し、過去の気象データから防除時期と追肥時期について検討した。

1) タマネギの各部位が最も成長する時期の日平均気温と日平均地温は以下の通りである。

葉数：日平均気温 9.3～13.3℃

日平均地温 10.7～14.5℃

草丈：日平均気温 11.2～13.3℃

日平均地温 12.5～14.5℃

葉重：日平均気温 13.3～15.5℃

日平均地温 14.5～16.5℃

球径：日平均気温 15.5～18.5℃

日平均地温 16.5～19.3℃

球重：日平均気温 18.5～21.0℃

日平均地温 19.3～21.5℃

2) タマネギ 1株あたりの窒素吸収量が最も増加する時期の日平均気温は 11.2～15.5℃, 日平均地温 12.5～16.5℃である。

3) 過去 6年の日平均気温のデータから、タマネギの各部位が最も増加する時期は、以下の通り推定される。

葉数：3月 6日～4月 7日

草丈：3月 22日～4月 7日

葉重：4月 7日～4月 23日

球径：4月 23日～5月 12日

球重：5月 12日～5月 26日

4) 生育推移と日平均気温・日平均地温の関係から検討したタマネギべと病の適切な防除方法は、1月下旬から予防的な散布を行い、3月から4月は浸透移行性の高い薬剤を約 10日に 1度散布し、4月上旬以降は治療効果の高い薬剤を散布することである。

5) 追肥は 3月上旬までに実施することが適当である。

6. 引用文献

- 1) 農林水産省：平成 26年産野菜生産出荷統計(2015)
- 2) 農林水産省：野菜をめぐる情勢：タマネギ調整装置に関する現地セミナー講演要旨(2013)
- 3) 日本土壌協会：土壌、水質および植物体分析法(2005)
- 4) 出水忠夫；タマネギべと病の流行機作ならびに治病

に関する研究、大阪府農業試験場調査研究報告第 4, 17, 32(1963)

- 5) 川城英夫編：新野菜づくりの実際(根茎菜), 農文協 203, 208(2001)
- 6) 農山漁村文化協会：農業技術体系(野菜編 8 - ②)：基 - 22, 42

Summary

We investigated the relations of the emperature and the ground temperature and the growth of the medium late maturing onion at Reclaimed Land of Isahaya Bay, and we judged the season of prevention and additional fertilizer from the weather data for the past 6 years.

1) The daily mean temperature and the daily mean ground temperature of the most growth of each parts of onion was as follows.

Number of the leaves : Daily mean temperature : 9.3~13.3°C, Daily mean ground temperature 10.7~14.5°C

Plant height : Daily mean temperature : 11.2~13.3°C, Daily mean ground temperature 12.5~14.5°C

Weight of the onion leaf : Daily mean temperature : 13.3~15.5°C, Daily mean ground temperature 14.5~16.5°C

Diameter of onion : Daily mean temperature : 15.5~18.5°C, Daily mean ground temperature 16.5~19.3°C

Weight of the onion : Daily mean temperature : 18.5~21.0°C, Daily mean ground temperature 19.3~21.5°C

2) The daily mean temperature is 11.2~15.5°C, the daily mean ground temperature is 12.5~16.5°C, in the time when quantity of nitrogen absorption per one onion increases most.

3) The season of the most growth of each parts of onion was as follows judged from the weather data for the past 6 years.

Number of the leaves : 3/6~4/7 Plant height : 3/22~4/7 Weight of the onion leaf : 4/7~4/23

Diameter of onion : 4/23~5/12 Weight of the onion : 5/12~5/26

4) It was thought that the effective prevention was as follows. In February, Start preventive prevention. In April from March, carry out the prevention using the systemic pesticide once in 10 days even at least. After the beginning of April, spray the therapeutic agent mainly.

5) It was thought that the optimal time of additional fertilizer is the beginning of March.

