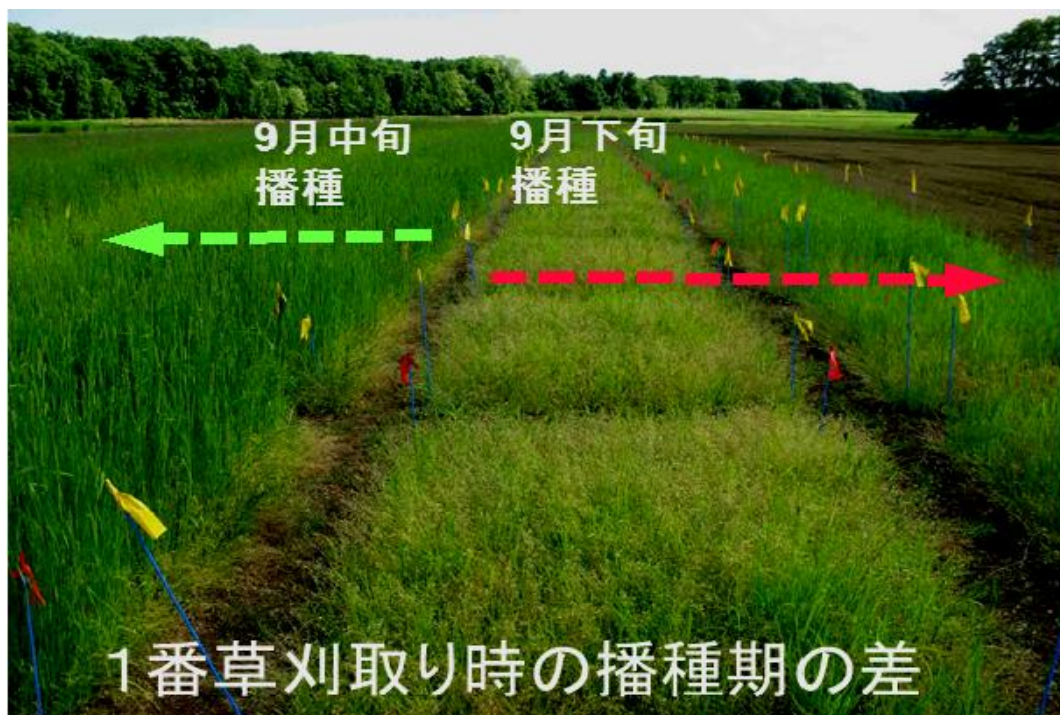


# 翌年からしっかりとれる牧草地作り！ 牧草はいつまでに播けばいいの？

## 牧草播種晩限日計算プログラム 利用マニュアル



国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 北見農業試験場・根釧農業試験場

2017年12月

# 目次

1 はじめに	.....1
2 夏季播種とは	.....2
3 北海道内の気候区分	.....3
4 各グループでの必要有効積算気温	.....4
5 播種晩限日計算プログラムの使用方法	.....5
付録 必要有効積算気温の推定	.....7

本パンフレットは、農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」(2010～2017年度)により行われた研究の成果を基に取りまとめたものです。複製、転載などの利用にあたっては事前に農研機構北海道農業研究センターの許可を得てください。

# 1 はじめに

2013年に公表された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次報告書では、気候変動について、「気候システムの温暖化には疑う余地がなく、1950年代以降、観測された変化の多くは、数十年から数千年間にわたり、前例がない。」と記されています。北海道においても、札幌管区気象台「北海道の気候変化【第2版】」等により気候変動の現状が報告され、将来気候が予測されています。気候変動はプラスマイナス両面の影響が懸念されており、その適応について検討する必要があります。亜寒帯気候の北海道では、農業は本州以南より気候的な制約を受けてきたため、多少の気温上昇は新たな営農技術導入の可能性があります。

そのため、農研機構北海道農業研究センター、道総研北見農業試験場、道総研根釧農業試験場で共同研究を行いました。それらを取りまとめたのが平成27年北海道成績会議研究成果(指導参考)「混播草地における夏季更新の播種晩限」です。ただし、これは場内試験での結果や気象データ解析に基づく内容であったため、北海道農業研究センターでは暫定版マニュアルを作成し、北海道普及センターやJA等に配布しました。また、研究担当者が現地を訪問し、夏季播種に関する意見を交換し、播種晩限日計算の妥当性を確認しました。

以上の経緯を踏まえ、研究成果の現地での適用に問題なしと判断されましたので、改めて正式版マニュアルとして取りまとめました。様々な気候条件下にある道内各地において、適切な播種晩限日推定に本マニュアルをお役立ていただけると幸いです。

## 2 夏季播種とは

北海道内では従来、牧草播種は7月までが推奨されてきました。北海道は亜寒帯に属する寒地であり、播種当年は秋までに十分に生育しなければ越冬できず、翌年以降の定着や収量に大きなダメージを与えるため、十分な生育期間を取るために7月までとされてきました(北海道農政部1998等)。

しかし近年、秋季の気温が上昇しつつあります(図1)。中標津において10月31日まで(越冬前)の5°Cを基準とした有効積算気温を計算すると、1981~2000年では8月30日に452°Cでした。それが2010~2013年では同日554°Cと増加しています。秋季の気温上昇によって、播種当年越冬前の牧草の成長増加を期待できるようになりました。また、452°C相当は9月6日になり、従来より遅く播種しても同じ生育量を確保することが出来るともいえます。

夏季播種(夏季造成)は、そのような温暖化(気候変動)への適応策といえます。越冬性のより高い品種開発もあり、生産現場では夏季播種への期待が高まっています。7月まででは間に合いませんでしたが、夏季播種では1番草を収穫して飼料を確保した後に播種を行うことが出来ます。その際に雑草との競合も避けることが出来ます。

一方、むやみに遅く播くと生育不十分で越冬できず、翌年以降の収量も得られません。そこで「いつまでに播くか?(=播種晩限日)」の計算が重要になります。

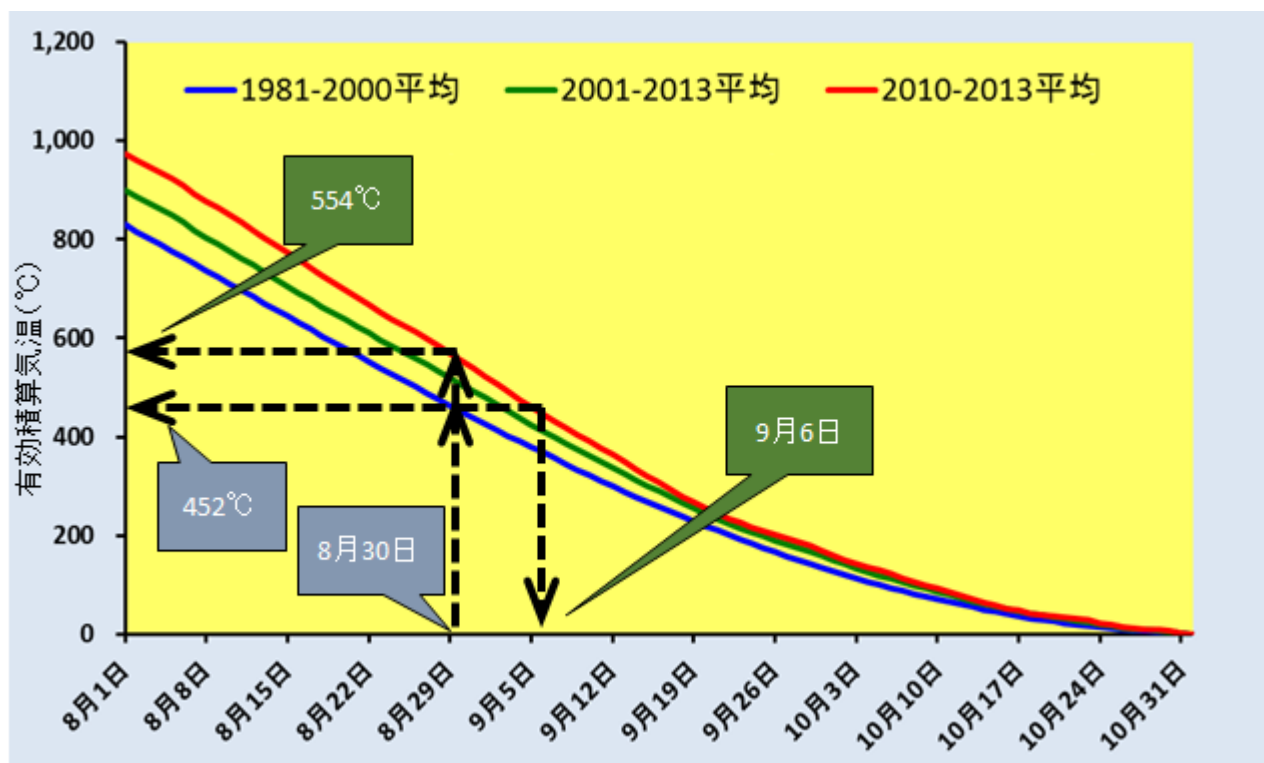


図1 中標津における10月31日までの有効積算気温  
青:1981~2000年平均値、緑:2001~2013年平均値、  
赤:2010~2013年平均値

### 3 北海道内の気候区分

ある地点での夏季播種の播種晩限日を厳密に求めるためには、その地点で栽培試験を行う必要がありますが、費用や労力等の点で現実的とは言えません。農研機構北海道農業研究センター本所(札幌市)、道総研北見農業試験場(訓子府町)、同根釧農業試験場(中標津町)で栽培試験を行いました(後述)。求める地点の気候は、これら3地点のどこの気候に似ているか、またはどこにも似ていないかを科学的に確かめる必要があります。

北海道内の気象庁アメダス158観測地点の月平均気温および月降水量を統計的に解析した結果、図2の5グループに分類されることが分かりました(井上ら, 2016)。

播種晩限日を推定するためにまず、求める地点が、どのグループの気候に属するのか、周辺の観測点から総合的に判断して決定します。

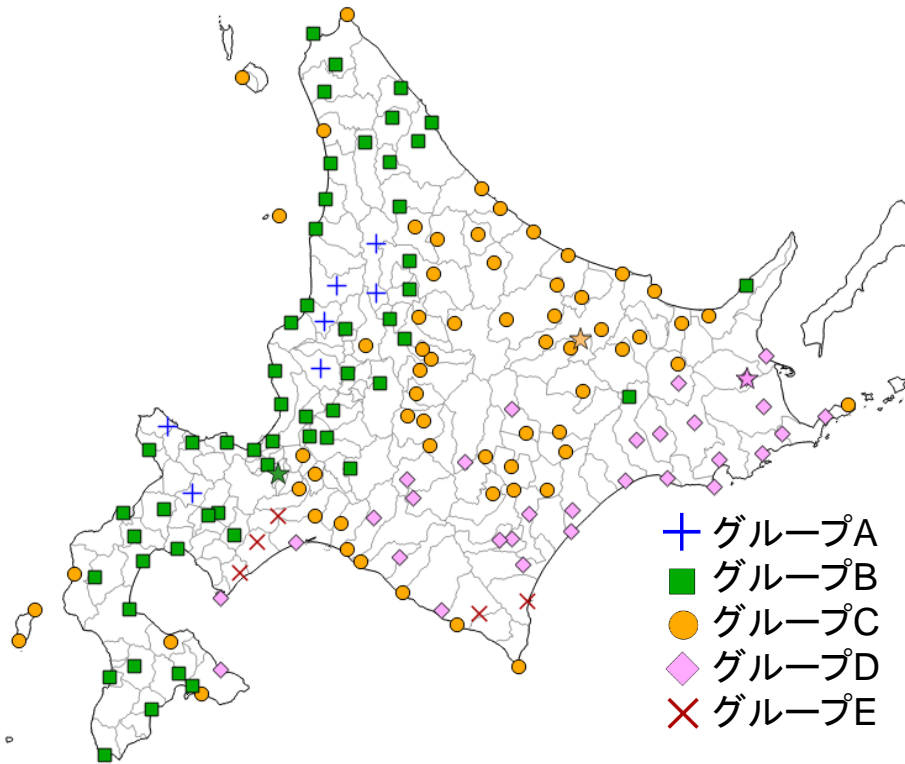


図2 北海道内158地点の気候区分と各グループの概要

- + グループAは、グループBの秋～冬の多雨多雪傾向が強調された気候
- グループBは、日本海側にみられる、夏季少雨高温(乾燥)で秋から冬にかけて多雨多雪の気候
- グループCは、オホーツク沿岸から内陸にみられる、夏季少雨高温(乾燥)、冬季少雪低温(土壤凍結)の気候
- ◆ グループDは、太平洋側にみられる、夏季多雨低温、冬季少雪低温(土壤凍結)の気候
- × グループEはグループDの夏季多雨傾向が強調された気候

参考文献:井上ら(2017) 生物と気象 17 64-68

## 4 各グループでの必要有効積算気温

農研機構北海道農業研究センター本所(札幌市)、道総研北見農業試験場(訓子府町)、同根釧農業試験場(中標津町)では4年間、様々な草種組み合わせについて、播種期を変えた栽培試験を行いました(裏表紙 図6)。

その試験結果より、翌年1番草収量やマメ科率を考慮して越冬前に必要な生育量、すなわち必要有効積算気温を推定し、表1にまとめました。(必要有効積算気温推定の詳細は、本マニュアル末尾付録を参照してください)

求める地点の属する気候グループを決定したら、次に表から求める草種組み合わせでの必要有効積算気温を確認します。例えば、グループBでのオーチャードグラスとアルファルファの組み合わせでの必要有効積算気温は615°Cになります。

また、グループDでの根釧地域のチモシーとアルファルファの草種組み合わせでの播種晩限日は、平成27年北海道成績会議研究成果(指導参考)「根釧地域におけるチモシー主体アルファルファ混播草地の最大土壌凍結深別播種晩限マップ(Ver2015)」をご確認ください。(根釧農業試験場ホームページから辿ると情報が得られます)

表1 各試験地(グループ)の必要有効積算気温

試験地 (グループ)	牧草種組み合わせ		必要有効 積算気温
	イネ科	マメ科	
北農研 (グループB: ■)	オーチャードグラス	アルファルファ	615
	オーチャードグラス	アカクローバ	516
	チモシー	アルファルファ	480
	チモシー	アカクローバ	354
北見農試 (グループC: ●)	チモシー	アルファルファ	564
	チモシー	アカクローバ	531
根釧農試 (グループD: ◆)	チモシー	アカクローバ	629

有効積算気温は、播種翌日から播種当年10月31日までの有効積算気温を表す(基準温度=5°C)  
 有効積算気温を確保する日は、1994~2013年の確認の有効積算気温を満たす日の90%確率日  
 目標収量はチモシー混播630kg/10a(根釧農試は540kg/10a)、オーチャードグラス混播480kg/10a

## 5 播種晩限日計算プログラムの使用方法

播種晩限日計算プログラムは、農研機構北海道農業研究センターのホームページより入手できます。

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/pub2016\\_or\\_later/pamphlet/tech-pamph/078866.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/pamphlet/tech-pamph/078866.html)

プログラムは、以下の手順で使用してください。

1. 「播種晩限日計算プログラム.xlsx」をエクセル(マイクロソフト社表計算ソフト)で開きます(図3)。
2. 気象庁ホームページ「過去の気象データ・ダウンロード」より「地点を選ぶ」で求める地点周辺の観測地点を選びます。  
<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>  
以下、同ホームページでの気象データの切り出し操作です。複数地点の場合は1地点ずつ計算してください。
3. 「項目を選ぶ」で「日別値、項目:気温、日平均気温のみ(平年値不要)」を選択してください。
4. 「期間を選ぶ」で「特定の期間を複数年分表示、4月1日から11月1日、1994年から2013年まで(または任意の20年間)」を選択してください。
5. 「表示オプションを選ぶ」では特に操作必要ありません。
6. 「CSVファイルをダウンロード」をクリックしてデータ保存します。data.csvというファイルが保存されます(図4)。
7. このdata.csvの全てを、本プログラム「気象データ入力用」タブに貼り込んでください。(具体例: data.csvワークシート左上の▲で全画面選択 → コピー → 本プログラムファイルの「気象データ入力用」タブのワークシート左上の▲で全画面選択 → 貼り付け)
8. 本プログラム「表示」タブ「対象地点」(セルB7)には、ダウンロードデータの地点名が表示されているはずですので、ご確認ください。
9. 先ほど表1で読み取った必要有効積算気温を本プログラム「表示」タブ、入力セル(B5)に打ち込んでください。
10. 1994年から2013年まで(または任意の20年間)の各年の気象データに基づいた晩限日が計算(セルB12~B31)されているはずですので、ご確認ください。そこから同期間での各出現確率の晩限日を計算したものが(セルD12~D31)となり、本成績では90%確率日を採用しているため、セルD29が求める晩限日になります。

注. もし欠測等により観測データがない日があれば、前後の日の気温の平均値をそのセルに入力してください。

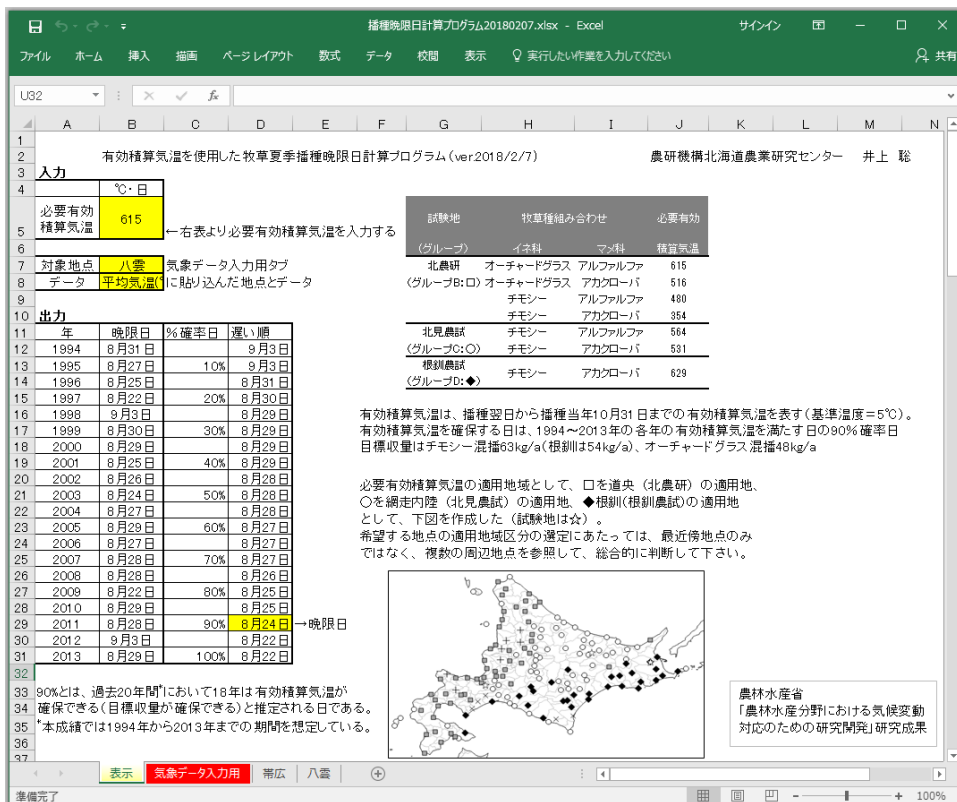


図3 播種晩限計算プログラムの画面

年月日	平均気温(°C)	平均気温(°C)	品質情報	均質番号
1994/4/1	4.9	8		1
1994/4/2	4.9	8		1
1994/4/3	0.5	8		1
1994/4/4	2.1	8		1
1994/4/5	5.6	8		1
1994/4/6	2.7	8		1
1994/4/7	0.3	8		1
1994/4/8	-2.2	8		1
1994/4/9	-2	8		1
#####	1.5	8		1
#####	4.4	8		1
#####	4.5	8		1
#####	5.3	8		1
#####	5	8		1
#####	6	8		1
#####	8.5	8		1
#####	5	8		1
#####	2.9	8		1
#####	1.9	8		1
#####	2.2	8		1
#####	4.3	8		1
#####	2	8		1
#####	4.1	8		1
#####	6.8	8		1
#####	6.6	8		1
#####	4.6	8		1
#####	4.7	8		1
#####	1.2	8		1
#####	0.4	8		1
#####	0.7	8		1
1994/5/1	1.3	8		1
1994/5/2	2.4	8		1
1994/5/3	4.5	8		1
1994/5/4	5.2	8		1
1994/5/5	4.9	8		1
1994/5/6	7.5	8		1
1994/5/7	9.3	8		1
1994/5/8	10.1	8		1
1994/5/9	10.3	8		1
#####	10.8	8		1
#####	9.9	8		1

図4 ダウンロードしたdata.csvの例

### 播種晩限日計算プログラム使用上の注意

播種晩限日計算プログラム(以下、本プログラム)は、以下に従ってご利用ください。

#### <利用目的>

本プログラムは、研究成果名:混播草地における夏季更新の播種晩限の成績に基づいて、道内各地の気象庁観測データを用いて永年草地の更新における牧草の播種晩限日を計算する目的のため、作られました。

#### <利用条件>

1. 本プログラムは、気象庁観測データおよび牧草播種後から生育停止までの有効積算気温を入力し晩限日を計算するものとして設計されているため、他の目的には使用できません。
2. 利用者が本プログラムの利用によって生じた結果(トラブルや損害等)については、一切の責任を負いません。
3. 本プログラムは、マイクロソフトエクセル2013 (Office365)上で開発されました。特に固有の機能・関数は利用していませんが、全てのMSエクセルや互換ソフトでの動作を保障しません。
4. 本プログラムを利用して作成した情報を販売することはできません。
5. 本プログラム(改変したものを含む)を再配布することはできません。



## 付録 必要有効積算気温の推定

農研機構北海道農業研究センター、道総研北見農業試験場および根釧農業試験場において、基幹草種であるアカクローバとアルファルファおよびチモシー、北海道農業研究センターではオーチャードグラスを加えた混播草地を対象に、2010年から2013年までの4年の播種期移動試験を行いました。その結果を、生長曲線と呼ばれるモデルに当てはめました(図5)。図の横軸は、播種日から晩秋までの有効積算気温、縦軸は、翌年1番草のイネ科牧草とマメ科牧草の合計乾物収量を示します。目標収量は北海道施肥ガイドを参考に、チモシー混播630kg/10a(ただし根釧農試540kg/10a)、オーチャードグラス混播480kg/10aと設定しました。

チモシーとアルファルファの混播では1番草のイネ科とマメ科牧草の合計乾物収量は630kg/10aです。縦軸の630kg/10aから生長曲線との交点を求め、有効積算気温を計算します。マメ科牧草は播種期の遅れの影響がイネ科牧草より大きいため、マメ科率の安定確保のために必要な有効積算気温をさらに加算して、各試験地での必要有効積算気温を表1にまとめました。

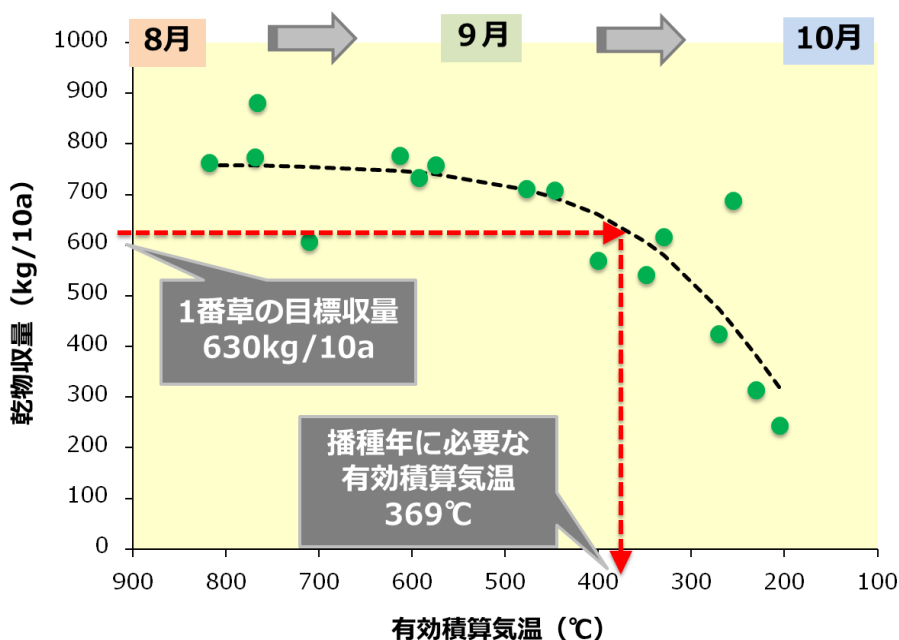


図5 有効積算気温と乾物収量の関係  
北見農試におけるチモシーとアカクローバ混播試験の例



図6 札幌における播種期ごとの越冬前生育状況の例  
各播種期とも左からチモシー、オーチャードグラス、アルファルファ、  
アカクローバ

## 農研機構北海道農業研究センター 牧草播種晩限日計算プログラム利用マニュアル

発行日：平成29年12月20日 表記小修正 平成30年7月

編集：井上 聡

研究担当者：井上 聡、奥村健治、高田寛之、松村哲夫、藤井弘毅、林 拓、  
酒井 治、出口健三郎

協力機関：北海道立総合研究機構北見農業試験場、根釧農業試験場

問い合わせ先：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
北海道農業研究センター

TEL：011-857-9260

〒062-8555 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘1