# 令和元年度　成績概要書

**課題コード（研究区分）**：3102－325491　（経常（各部）研究）

## １．研究課題名と成果の要点

**１）研究成果名**：播種後の気象推移に対応した飼料用とうもろこしの窒素分施対応
**（研究課題名**：飼料用とうもろこしに対する窒素分施効果の変動要因の解明）

**２）キーワード**：飼料用とうもろこし、分施、降水量、土壌無機態窒素、熱水抽出性窒素

**３）成果の要約**：飼料用とうもろこしに対する窒素分施対応として、播種後 50 日間の降水量 250mm 未満では、熱水抽出性窒素含量 8mg/100g 以上で分施無施用、同未満で現行施肥量を分施する。一方、同降水量 250mm 以上では、想定乾物収量 1200kg/10a 以上で現行施肥量、同未満で 6kg/10a を分施する。

## ２．研究機関名

**１）担当機関・部・グループ・担当者名**：酪農試・草地研究部・飼料環境 G・研究主任　八木哲生、
北見農試・研究部・生産環境 G

**２）共同研究機関（協力機関）**：（酪農試・技術普及室、釧路・根室農業改良普及センター、北見農試・技術普及室、網走農業改良普及センター）

## ３．研究期間：平成 29 年度～令和元年度（2017～2019 年度）

## ４．研究概要

**１）研究の背景**

飼料用とうもろこし（以下、とうもろこしと略）の窒素施肥では、収量水準と窒素肥沃度により総施肥量を設定し、基肥と分施に分けて施用するが、収量に対する分施窒素の肥効は変動することが確認されていた。

**２）研究の目的**

効果的な窒素分施を可能とするため、分施窒素の肥効を変動させる要因を解明し、施肥対応を策定する。

## ５．研究内容

**１）分施窒素の肥効に影響を与える要因の解析**

**・ねらい**：とうもろこしの収量水準および分施窒素の肥効を変動させる要因を明らかにする。

**・試験項目等**：(a) 収量水準の変動：根釧・オホーツク地域の農試・生産者圃場（2013～2019 年、火山性土・低地土など計 75 事例；一部で降雨を模した灌水処理、土壌無機態窒素の多寡を想定した硝酸態窒素の前年秋施用処理などを設置）において分施窒素の用量試験を実施。窒素施肥量（kg/10a）は、基肥（作条）で 8～10、分施（表面、4～7 葉期）で 0～18。各事例の分施窒素用量試験における最大収量区の乾物収量について、作物生育、土壌窒素含量および気象要素との関係を解析。気象要素はメッシュ農業気象データシステム（農研機構）を利用。(b) 分施窒素肥効の変動：上記 (a) の用量試験での最大収量区について、分施による増収効果を相対乾物収量（分施窒素無施用区に対する乾物収量比）で評価し(a)と同様に解析。

**２）分施窒素の施肥対応の策定**

**・ねらい**：とうもろこしに対する分施窒素の施肥対応を策定する。

**・試験項目等**：(a) 施肥対応の策定：上記 1）の結果を踏まえ、分施窒素の肥効が発現する条件を整理し、施肥対応を策定する。(b) 想定収量の補正：上記 1）の用量試験および既往成果のデータを供試し、収量変動が大きい条件において、分施時に収穫期の収量水準を予測する手法を検討する。

## ６．成果概要

1）各事例の窒素用量試験における最大乾物収量は、根釧地域では生育初期（播種後 50 日間；降水量、日射量）、オホーツク地域では生育後期（播種後 51 日～収穫日；気温、日射量、日照時間）における気象要素との相関関係が強かった（$p<0.05$；データ略）。なお、いずれの地域においても、分施窒素無施用条件での乾物収量は、生育初期の降水量と負の相関関係が認められた（$p<0.01$；データ略）。

2）相対乾物収量は、いずれの地域でも分施時の土壌無機態窒素含量（株間、0～40cm）が少ないほど大きく、同窒素が約 23 kg/10a 以下で 105（分施による増収率 5%）以上になる可能性が高いと見込まれた（図 1）。また、生育初期の積算降水量が 250mm を超えると同窒素は 23kg/10a を下回ると考えられた（データ略）。

3）相対乾物収量を 105 未満、105 以上 110 未満および 110 以上に 3 区分し、生育初期の積算降水量との関係をロジスティック回帰した結果（$p<0.01$；図 2）、同降水量が 100, 250 および 400mm の条件で相対乾物収量が 105 以上となる確率（図の斜線と塗り潰し部分の高さの和）は、各々約 50, 80 および 94%と推定された。

4）生育初期の降水量が 250mm 未満かつ熱抽 N 含量（mg/100g）が 8 以上の条件では、同 N 含量 8 未満の条件より相対乾物収量 105 未満の事例割合は有意に高かった（$p<0.01$；図 3）。また、降水量 250mm 以上かつ乾物収量 1200kg/10a 未満の条件では、分施窒素量 6 kg/10a までは増収を期待できた（データ略）。これら事例と現行施肥対応を踏まえ、降水量、熱抽 N、想定乾物収量で場合分けした施肥対応を策定した（図 4）。

5）想定乾物収量は、オホーツク地域の全ておよび根釧地域の生育初期の積算降水量 250mm 未満の条件では、収量変動が比較的小さいため、現行施肥対応と同様に各圃場の平均的な収量とする。一方、根釧地域において生育初期の積算降水量 250mm 以上の条件では収量変動が大きいため、分施前に次式で予測した想定収量（Y）を用いる。すなわち、生育初期の日平均気温の積算値(T,℃)、播種日（S, 4/1 を「1」とする連続日）を説明変数とする重回帰式「$Y = 10.5 \times T - 52.7 \times S - 2990$（$p<0.01$, RMSE = 168；データ略）」から乾物収量を予測する。

＜具体的データ＞

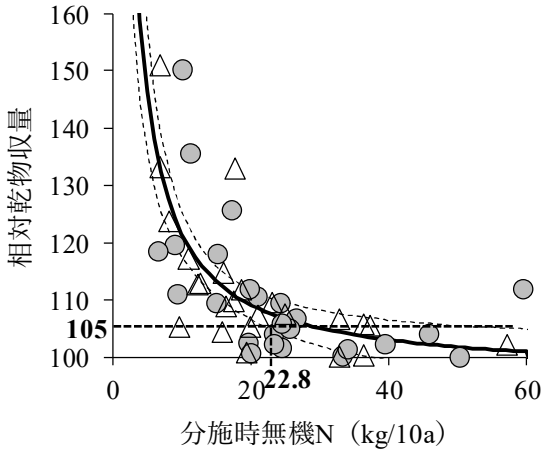


**図１　分施時無機態窒素量と相対乾物収量の関係**

●，根釧（n = 25）；△，オホーツク（n = 24）。2017～2019 年のデータ。

相対乾物収量は、各事例の窒素用量試験における分施窒素無施用区に対する最大収量区の乾物収量比。分施時無機窒素量は、分施直前の株間土壌（0～40cm）から計算。基肥窒素量は 8～10 kg/10a。

実線（回帰線）は Y = 247.8／X ＋ 96.9（RMSE = 8.64）、上下の破線は回帰線の 95%信頼区間。

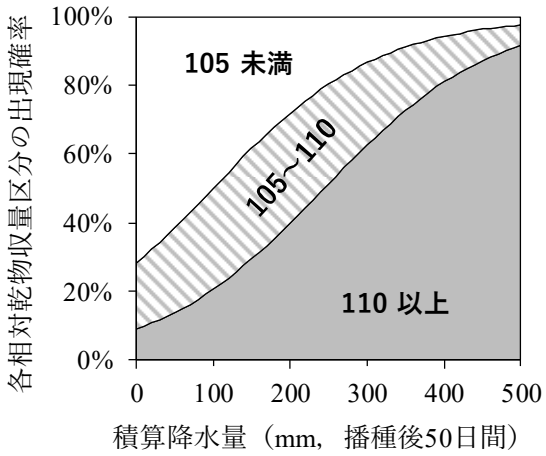


**図２　播種後 50 日間の積算降水量と各相対乾物収量区分の出現確率の関係**

相対乾物収量を 105 未満（n = 27）、105 以上 110 未満（n = 20）および 110 以上（n = 27）に区分（順序尺度）し、ロジスティック回帰を行った（110 以上，Y = 1/(1+Exp(2.28-0.0093×X)；105 以上，Y = 1/(1+Exp(0.93-0.0093×X)；p<0.01）。

各相対乾物収量区分の出現確率は、当該降水量で発生する確率を積み上げ値として示した。

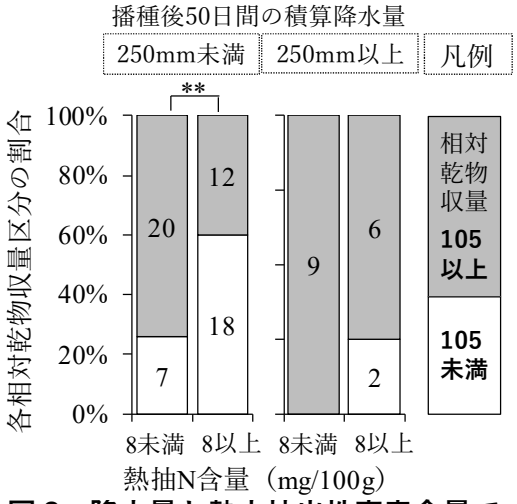


**図３　降水量と熱水抽出性窒素含量で場合分けした相対乾物収量区分の事例割合**

棒グラフ中の数値は、各相対乾物収量区分の事例数。**，p<0.01（Fisher の正確検定）。分施窒素無施用区のない 1 事例を除いて解析した。熱抽 N および降水量の四分位範囲は、6.6～10.1 mg/100g および 88～243 mm。

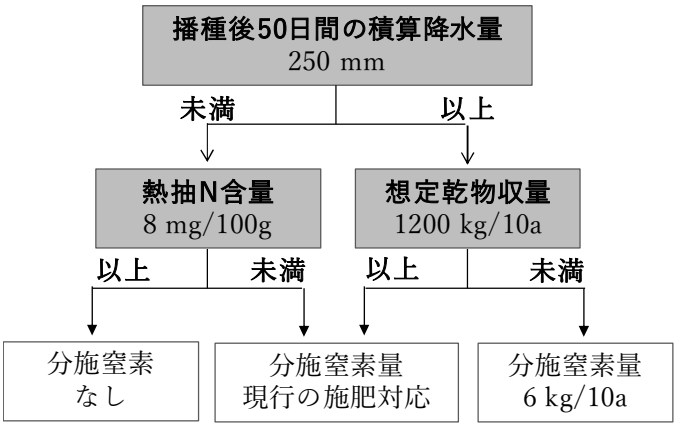


**図４　降水量と熱水抽出性窒素含量および想定乾物収量に基づく分施窒素の施肥対応**

熱抽 N は播種前の熱水抽出性窒素。想定乾物収量は、オホーツク地域の全ておよび根釧地域の降水量 250mm 未満の条件では、各圃場の平均的な収量水準とし、根釧地域の降水量 250mm 以上の条件に限り、成果概要５）の式によって計算。

現行の施肥対応は「土壌診断による飼料用とうもろこしの窒素施肥対応」（平成 29 年普及推進事項）を参照。

## ７．成果の活用策

### １）成果の活用面と留意点

（１）播種後の気象推移に対応したとうもろこしの効果的な窒素分施に活用する。

（２）本成果は、根釧およびオホーツク地域の火山性土、低地土および台地土で得られた成果である。

（３）ふん尿を施用する場合、既往の成果に基づく上限量の範囲内で利用することとし、基肥および分施相当分のふん尿由来窒素量を評価して化学肥料を減肥する。

（４）降水量・日平均気温は、メッシュ農業気象データシステム（農研機構）から予報値を入手できるが、予報期間が長くなるほど誤差が大きくなる可能性がある。

### ２）残された問題とその対応

（１）異なる地域、土壌、品種およびふん尿施用などの条件における適応性の検証。

## ８．研究成果の発表等　なし