令和４年度　成績概要書

課題コード（研究区分）：　7101－725411（受託研究（民間））、5107－515431（一般共同研究）

１．研究課題名と成果の要約

１）研究成果名：飼料用とうもろこしに対するホウ素肥料施用法
（研究課題名：飼料用とうもろこしに対するホウ素肥料の施用効果
飼料用とうもろこしに対するホウ素肥料施用法の確立）
２）キーワード：飼料用とうもろこし、ホウ素肥料、酸化ホウ素、く溶性
３）成果の要約：ホウ素が土壌診断基準値（0.5～1.0ppm）未満の飼料用とうもろこし畑において、ホウ素肥料2.4kg/10a（く溶性酸化ホウ素360gB_2O_3/10a）の施用は乾物収量で約4%の増収が期待できる。単年施用による0～20cm土層の熱水可溶性ホウ素の増加は0.2ppm未満で基準値を超える危険性は低い。

２．研究機関名

１）代表機関・部・グループ・役職・担当者名：酪農試験場・草地研究部・飼料生産技術グループ・主査・大塚省吾
２）共同研究機関（協力機関）：TOMATEC 株式会社（根室・釧路農業改良普及センター、酪農試験場技術普及室）

３．研究期間：令和元、3～4年度　（2019、2021～2022年度）

４．研究概要

１）研究の背景

北海道施肥ガイドの普通畑における熱水可溶性ホウ素の診断基準値は0.5～1.0ppmであるが、根釧地域の飼料畑では、一般的に施用する肥料はホウ素成分を含まないため、基準値未満の圃場が多いと推察される。飼料用とうもろこしに対するホウ素の詳細な検討事例は道内では少ないものの、府県では外見上に欠乏症状が認められない場合でもホウ素肥料施用による生産性向上を認めた報告がある。

２）研究の目的

飼料用とうもろこしの増収を可能とするホウ素肥料施用法を明らかにする。

５．研究内容

１）飼料畑における熱水可溶性ホウ素含量の実態調査（R3年度）

・ねらい：根釧地域の飼料畑における熱水可溶性ホウ素含量の実態を整理する。
・試験項目等：生産者圃場の土壌80点。

２）飼料用とうもろこしに対するホウ素肥料の施用法（R1、3～4年度）

・ねらい：飼料用とうもろこしに対するホウ素肥料の施用効果が期待できる条件と施用適量を明らかにする。
・試験項目等：ホウ素肥料はく溶性ホウ素（酸化ホウ素B_2O_3）とく溶性苦土を各々15%含む。ホウ素肥料施用量4水準（0、1.2、2.4、4.8 kg/10a［酸化ホウ素として0、180、360、720 gB_2O_3/10a］、処理区名：B0、B1、B2、B3区）、作条施用。供試圃場2（場内、現地：熱水可溶性ホウ素0.21～0.27ppm）。共通施肥（基肥N・P_2O_5・K_2O・MgO：8・25・13・6kg/10a＋追肥N5kg/10a）、供試品種ソリード、栽植密度8,680株/10a。

６．研究成果

１）根釧地域における土壌80点の調査では、土壌の種類や地区の違いによる熱水可溶性ホウ素含量への影響は見られず、平均0.3～0.4ppm程度で、約8割の地点は土壌診断基準値を下回っていた（データ省略）。

２）① 初期生育（播種後60日頃）における地上部のホウ素濃度はホウ素施用量が多いほど高まり、B0区の4～9ppmに対し、B3区は10～17ppmであった。ホウ素施用が生育に及ぼす影響はB0～B2区では示されなかったが、B3区では草丈や1株重が小さくなる場合があり、負の効果が見られた（表1）。

② 総乾物収量はB2区で多収となり、B0区比では場内と現地の平均で約4%、推定TDN収量（可消化養分総量）は同じく5%程度の増収効果を示した。一方、B2区以上の施用量で収量は概ね頭打ちとなることから、ホウ素施用量はB2区の2.4kg/10aが妥当と判断された（表2）。

③ 収穫期の部位別ホウ素濃度は茎葉2.9～4.2ppm、雌穂1.4～2.6ppmで施用量が多いほど高まる傾向を示したが（データ省略）、ホウ素吸収量は3.7～4.4gB/10aで施用量間の差が小さかった（表2）。

④ B0区においても外見上にホウ素欠乏症状は確認されなかったが、ホウ素を施用することで百粒重が大きくなり、不稔長割合が低下する傾向が見られ、雌穂乾物重の増加に寄与していた（表3）。

⑤ 地上部のホウ素吸収量は肥料由来の2～7%程度であり、施用したホウ素の多くが土壌に残った。B2区のホウ素肥料2.4kg/10aを0～20cm土層に混和した場合、土壌の全ホウ素は0.8ppm程度増加すると試算された（データ省略）。一方、ホウ素肥料と熱水可溶性ホウ素の関係（データ省略）からB2区の施用量による熱水可溶性ホウ素含量の増加は0.14ppm程度と試算され、実際に収穫後の土壌でも増加量は0.2ppm程度と少なかった（図1）。従って、土壌診断基準値の下限0.5ppm未満の飼料畑において、ホウ素肥料を現物2.4kg/10a（360gB_2O_3/10a）の単年施用により基準値の上限1.0ppmを超える危険性は低いと考えられた。

＜具体的データ＞

表１　ホウ素施用量が初期生育に及ぼす影響（播種後 60 日頃、3 か年平均）

地点（熱水可溶性ホウ素）	処理	草丈（cm）	1株重（g/本）	乾物重（kg/10a）	対左比	ホウ素濃度（ppm）	ホウ素吸収量（g B/10a）
場内（0.23～0.27ppm）	B0	97	10.9	94	(100)	4.3 c	0.42
	B1	98	10.8	93	(99)	7.2 bc	0.68
	B2	97	11.2	97	(103)	10.0 ab	0.95
	B3	95	10.0	86	(92)	14.1 a	1.18
現地（0.21～0.27ppm）	B0	102	16.5	142	(100)	6.0 b	0.72
	B1	100	15.1	130	(91)	7.7 ab	0.90
	B2	102	16.6	143	(101)	8.3 ab	1.13
	B3	97	13.8	119	(84)	13.1 a	1.38

調査時期：場内2019年7月25日、2021年7月12日、2022年8月1日、 現地2019年7月28日、2021年7月16日、2022年8月2日。
対左比（ ）はB0区を100とした比。 異なるアルファベットは同じ年次内において5%水準で有意差があることを示す（Tukey-Kramer）。

表２　ホウ素施用量が収量・ホウ素吸収量に及ぼす影響（3 か年平均）

地点（熱水可溶性ホウ素）	処理	雌穂乾物率（%）	乾物収量（kg/10a） 茎葉	雌穂	総重	対左比	推定TDN収量（kg/10a）	対左比	ホウ素吸収量（g B/10a） 茎葉	雌穂	全体
場内（0.23～0.27ppm）	B0	53.5	778	827	1605	(100)	1137	(100)	2.5	1.3	3.7
	B1	53.2	789	822	1611	(100)	1140	(100)	2.5	1.3	3.9
	B2	55.3	809	884	1693	(105)	1203	(106)	2.7	1.4	4.1
	B3	54.9	808	885	1693	(106)	1204	(106)	2.9	1.5	4.4
現地（0.21～0.27ppm）	B0	32.5	829	430	1259	(100)	848	(100)	2.8	0.9	3.7
	B1	32.8	810	441	1252	(99)	847	(100)	2.8	1.0	3.8
	B2	33.1	850	449	1299	(103)	876	(103)	3.0	1.0	4.1
	B3	32.7	813	444	1257	(100)	851	(100)	3.1	1.1	4.2

収量調査日：場内2019年9月27日、2021年9月27日、2022年10月3日。現地2019年9月30日、2021年9月15日、2022年9月22日。 対左比（ ）はB0区を100とした比。
処理区の間に有意差なし。

表３　ホウ素施用量が雌穂に及ぼす影響（3 か年平均）

地点（熱水可溶性ホウ素）	処理	雌穂乾物重（g/本）	対左比	百粒重（g）	全雌穂長（cm）	先端不稔長（cm）	不稔長割合（%）
場内（0.23～0.27ppm）	B0	95	(100)	16.1	18.7	2.1	11.4
	B1	95	(99)	16.2	18.7	2.3	12.1
	B2	102	(107)	16.8	18.8	1.9	10.0
	B3	102	(107)	16.9	19.0	1.8	9.7
現地（0.21～0.27ppm）	B0	50	(100)	8.6	17.9	2.0	10.9
	B1	51	(102)	8.7	18.3	1.9	10.6
	B2	52	(104)	9.0	18.2	1.6	8.8
	B3	51	(103)	8.6	18.3	1.7	9.3

収量調査日は表2と同じ。 対左比（ ）はB0区を100とした比。 百粒重は乾物で調査。
先端不稔長は観察による不稔長の長さ。不稔長割合は先端不稔長÷全雌穂長×100。 処理区の間に有意差なし。

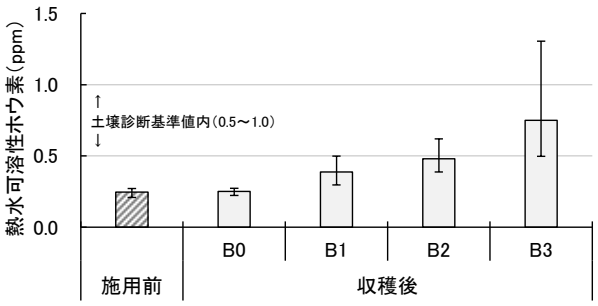

図１　施用前と収穫後の熱水可溶性ホウ素含量（2021、2022 年の場内と現地の平均、作条施用、株間 0～20㎝ 土層）
図中バーは最小値、最大値を示す

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

（１）ホウ素が土壌診断基準値未満の場合に活用できる。
（２）ホウ素施用は過剰害のリスクも伴うため、ホウ素肥料を施用する際は都度、事前に土壌診断を行う。

２）残された問題とその対応

８．研究成果の発表等

八木哲生ら（2020）日本土壌肥料学会岡山大会公演要旨集ｐ.110