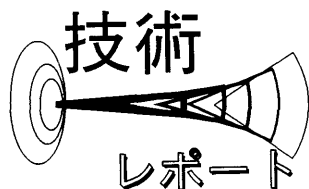


ホウ素欠乏による二条大麦の不稔

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	井上, 恵子 山本, 富三 神屋, 勇雄
巻/号	68巻1号
掲載ページ	p. 65-68
発行年月	1997年2月



ホウ素欠乏による二条大麦の不稔*

井上恵子**・山本富三**・神屋勇雄**

キーワード ホウ素, 二条大麦, 不稔, 高 pH 土壌, 過湿

1. 緒言

福岡県朝倉郡および甘木市周辺は県内の二条大麦栽培面積の約四分の一を占める大きな産地である。しかし、この地域を中心に 1970 年代後半から二条大麦に不稔穂が発生した。ここ 3～4 年の発生面積はこの地域の栽培面積の約 1～2 割になり、発生率の高いほ場ではかなりの減収となっている。

従来から、二条大麦には穂の中途の一部分が不稔になる“ちょうちん穂”と呼ばれる不稔の発生がときおりみられるが、これは出穂期頃の高温や低温が原因とされている²⁾。また、出穂期前 2 週間目頃から出穂期前後にかけて湿害にあうと不稔になるという報告もある¹⁾。しかし、近年発生が目立って増えてきた不稔は高温や低温、湿害とは異なった様相を呈し、原因が不明であるため大きな問題となっていた。

そこで、この地域における不稔穂発生の実態調査と再現試験を実施し、ホウ素欠乏が主要な原因であることを明らかにするとともに、不稔穂の発生を誘発、助長する要因について検討したのでその概要について報告する。

2. 試験方法

1) 現地実態調査

1988 年、1989 年に県内で不稔の発生が多かった朝倉郡三輪町大塚、森山、久光、依井地区の二条大麦ほ場 9 筆において、不稔穂の発生割合、収量、作物体のホウ素含有量および土壌の水溶性ホウ素含有量について調査した。

2) 不稔穂発生の再現およびホウ素肥料の施用効果

供試土壌として不稔穂が多発生した三輪町の二条大麦

ほ場の作土を用いた。土壌は中粗粒灰色低地土で、その性質を第 1 表に示す。試験規模は 0.05 m² (2000⁻¹ a) ポット (乾土 10 kg)、4 連制で、場内の網室において栽培した。

供試資材はホウ砂 (B₂O₃: 36%)、ク溶性ホウ素肥料 (FTE B₂O₃: 9%) で各々 B₂O₃ としてポット当たり 54 mg を大麦播種前に全層に混和した。

品種にはあまぎ二条を用い、基肥として窒素、リン酸、加里をポット当たり各々 1 g 全層に施用した。播種は 11 月 21 日、出穂期は 4 月 7 日、収穫期は 5 月 23 日であった。

3) 不稔穂の発生を誘発する環境要因の解明

土壌および品種は 2) と同一のものを用いた。また、ホウ砂施用土壌として、上記のホウ素欠乏土壌にポット当たり、ホウ砂 0.2 g を施用した土壌を使用した (水溶性ホウ素 1.03 mg kg⁻¹)。

試験規模は 0.05 m² (2000⁻¹ a) ポット、2 連制で、場内の網室において栽培し、耕種概要は 2) と同様の条件で実施した。

栽培環境条件は①対照 (土壌水分は 19.6 kPa 以下、その他自然環境)、②高温 (3 月 15 日から収穫期までガラス温室で栽培)、③低温 (出穂期から 1 週間、7 時～19 時は 2°C 低温室、19 時～7 時は屋外で栽培)、④過湿 (3 月 15 日から 4 月 14 日まで、ポット底面から表層下 15 cm までを飽水状態で栽培)、⑤乾燥 (全栽培期間、土壌水分を 9.8～49.0 kPa に調整)、⑥高 pH (作付前に炭酸カルシウムで、土壌の pH を 7.4 に調整) とした。

4) 分析法

作物体のホウ素濃度は、粉碎試料 2～5 g を灰化後、0.5 規定塩酸 10 mL を加え、5000 rpm で 10 分間遠心分離し、上澄液のホウ素濃度をクルクミン法で定量した。

土壌の水溶性ホウ素濃度はテフロンビーカーに風乾土 10 g、水 20 mL を加え時計皿で蓋をして 5 分間沸騰させた後、蒸発した水を加えてろ紙 (No. 6) でろ過し、ろ液中のホウ素濃度をクルクミン法で定量した。

Keiko INOUE, Tomizou YAMAMOTO and Isao KOUYA:
Sterility in Two-Rowed Barley Due to Boron Deficiency
* 本報告の一部は 1990 年 9 月、日本土壤肥料学会九州支部会
において発表した。

** 福岡県農業総合試験場 (818 筑紫野市大字吉木 587)

1996 年 1 月 23 日 受付・受理

日本土壤肥料学雑誌 第 68 巻 第 1 号 p.65～68 (1997)

第 1 表 供試土壌の性質

土性	pH (H ₂ O)	EC (dS m ⁻¹)	T-N (10 ⁻² kg kg ⁻¹)	T-C (10 ⁻² kg kg ⁻¹)	CEC (cmol(+) kg ⁻¹)	Ca 飽和 度(%)	水溶性ホウ素 (mg kg ⁻¹)
L	7.0	237	0.19	1.95	14.5	103	0.17

第 2 表 現地は場における不稔穂の発生割合と収量および子実, 土壌のホウ素含有量
(1988, 1989 年)

圃場 番号	不稔穂 発生割 合*(%)	整粒 重** (t ha ⁻¹)	麦稈 重 (t ha ⁻¹)	子実のホウ素含有量(mg kg ⁻¹)		土壌の水溶性 ホウ素含有量 (mg kg ⁻¹)
				正常穂	不稔穂	
1	8.8	227	555	0.31	0.20	0.34
2	8.8	282	530	0.47	0.31	0.67
3	13.4	292	728	0.48	0.36	0.44
4	16.8	281	552	0.44	0.30	0.11
5	19.7	203	566	0.31	0.16	0.23
6	26.0	161	680	0.44	0.26	0.17
7	37.4	111	616	0.48	0.29	0.26
8	69.6	190	635	0.26	0.18	0.15
9	94.7	94	835	0.31	0.21	0.11

注) * (穂全体および穂の途中から上部にかけて不稔になった穂数/全穂数)×100.

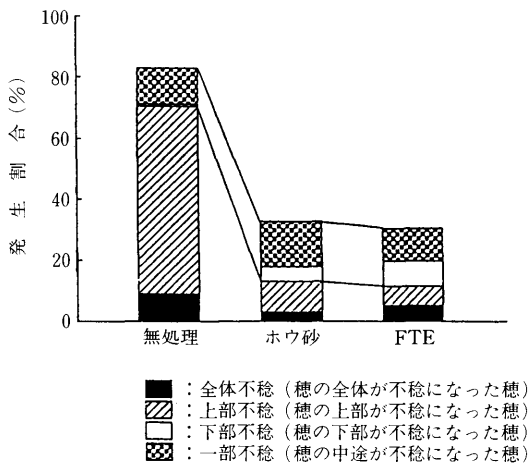
** 甘木, 朝倉地域における二条大麦の平年収量(整粒重) 3.00 t ha⁻¹.

第 3 表 不稔穂発生土壌におけるホウ砂およびク溶性ホウ素肥料 (FTE) の施用効果

試験区	稈長 (cm)	穂数* (本)	わら重* (g)	子実重* (g)	整粒重* (g)	ホウ素含有量(mg kg ⁻¹)			土壌の水溶性 ホウ素含有量 (mg kg ⁻¹)	
						子実	穂梗等**	わら		
無処理	71.0	47.5	42.6	26.9	24.7	0.17	1.05	1.25	65	0.12
ホウ砂	71.7	47.8	35.6	36.9	27.8	0.30	1.80	2.30	107	0.36
FTE	72.9	49.0	37.8	35.9	26.3	0.67	2.10	3.05	153	0.56

注) * ポット当たりで表示.

** 穂から子実を除いた部分(穂梗, 側列小穂, 芒).



第 1 図 不稔穂の発生割合

3. 結果

1) 現地の発生実態調査

現地の発生実態を調査した結果, 不稔穂の発生割合が高くなるほど二条大麦の整粒重は減少したが, わら重は不稔穂多発は場でむしろ増加する傾向にあった。これは穎花が不稔になり, 茎葉における同化産物が子実へ十分に転流できなかったためと考えられる。また, 不稔穂が多発したは場の土壌中の水溶性ホウ素含有量は 0.3 mg kg⁻¹ 以下の場合が多く, 不稔穂の子実中のホウ素含有量は同一は場または隣接は場の正常穂に比べて低い傾向がみられた(第 2 表)。これらのことからホウ素欠乏が不稔穂の発生の原因である可能性が示唆された。

2) ホウ素肥料の施用効果

不稔穂多発生土壌にホウ砂またはク溶性ホウ素肥料(FTE)を, 二条大麦作付前に 0.05 m² ポット当たり

B₂O₃ で 54 mg 施用すると、全体不稔および上部不稔の発生が著しく減少し、健全穂の割合が増加した（第 1 図）。このことから、ホウ素欠乏が不稔穂発生の主要な原因であると考えられた。ホウ素欠乏土壌における不稔穂は出穂後 10 日～14 日目頃から穎が黄化して透明感を帯びることで健全な穂と外観でも区別できるようになり、その後登熟期になっても子実が充実しない。その形態的特徴は、穂全体の穎が不稔になる場合（全体不稔）や穂の中途から上部にかけての穎が不稔になる場合（上部不稔）が多かった（第 1 図）。

出穂期までの生育に関して、ホウ素肥料施用の有無に

第 4 表 1 穂当たりの不稔粒数別不稔穂発生割合 (%)

ホウ素 の施用	栽培環 境条件	健全	不稔粒数				全体 不稔
			1～ 3粒*	4～ 9粒*	10～ 15粒*	16粒 以上*	
無	対照区	60	17	11	9	2	1
	高温	72	25	2	1	0	0
	低温	63	15	11	5	4	2
	過湿	18	12	14	3	4	49
	乾燥	30	38	19	6	6	1
	高 pH	8	2	1	1	0	88
有	対照区	83	12	5	0	0	0
	高温	83	17	0	0	0	0
	低温	76	16	7	1	0	0
	過湿	47	44	6	1	0	2
	乾燥	24	38	16	9	10	3
	高 pH	73	15	7	3	2	0

注) * 1 穂当たりの不稔粒数。

よる差はみられなかったが、成熟期の稈長がホウ素肥料の施用でやや長くなった（第 3 表）。なお、山内⁴⁾は 10 科 26 種の作物をホウ素濃度を変えた培養液で最高 1 カ月栽培してホウ素欠乏症、過剰症を検討している。その中で、大麦は培養液のホウ素濃度が低濃度でも欠乏症は発生せず、ホウ素欠乏症が出にくい作物であると報告している。本研究においても出穂期までは土壌中のホウ素濃度が低くても欠乏症が発生していないことから、栄養生長期間は欠乏症が発生しにくいものと考えられる。

収量についてみるとホウ素肥料施用区では無施用に比べ子実重、整粒重が増加した。また、作物体内のホウ素含有量、ホウ素吸収量および跡地土壌の水溶性ホウ素含有量は、ホウ素肥料の施用で高まり、特にク溶性ホウ素肥料で顕著であった（第 3 表）。これは、ク溶性ホウ素肥料が水溶性主体のホウ砂に比べ生育後期まで土壌に水溶性ホウ素が多く残存しているため、作物が生育期間全般にわたりホウ素を吸収できたためと考えられる。したがって、施用効果はク溶性ホウ素肥料の方がホウ砂よりも優れていると考えられる。

3) 不稔穂の発生を誘発する環境要因

対照区ではホウ素欠乏土壌においても不稔穂の発生は比較的軽度であったが、土壌の pH 上昇や過湿の条件が加わるとホウ素の吸収量が減少し、不稔穂の発生が著しく増加した（第 4 表）。子実重は高 pH 区ではほとんど皆無となり、過湿区では対照区の 2 割となった。しかし、ホウ砂施用土壌では、pH 上昇、過湿の条件が加わってもホウ素吸収量はホウ素欠乏土壌より増加したた

第 5 表 収量および作物体のホウ素含有量

ホウ素 の施用	栽培環 境条件	収量*(g)		ホウ素含有量 (mg kg ⁻¹)		
		わら	子実	わら	穂梗等**	子実
無	対照区	36.3	38.3	1.86	1.11	0.34
	高温	26.2	42.8	2.69	1.10	0.39
	低温	34.6	38.2	2.35	0.80	0.33
	過湿	27.9	13.6	1.19	0.69	0.33
	乾燥	46.4	43.9	1.46	0.95	0.33
	高 pH	48.7	1.9	0.75	1.02	0.25
有	対照区	34.8	41.7	4.03	2.46	0.83
	高温	27.1	40.4	4.98	2.36	0.66
	低温	33.3	40.9	3.44	1.80	0.81
	過湿	31.7	33.6	3.00	1.73	0.49
	乾燥	43.9	42.3	2.76	2.15	0.70
	高 pH	32.8	40.8	2.72	1.74	0.59

注) * ポット当たりの収量。

** 穂から子実を除いた部分。

め不稔穂の発生は顕著に少なくなり、子実重は高 pH 区でも対照区とはほぼ同等、過湿区で約 9 割になった (第 5 表)。

カルシウムによって pH 上昇した土壤はホウ素の溶脱が少ないという報告³⁾もあり、高 pH 区で不稔穂の発生が多かった原因は、過剰なカルシウムによってホウ素が不溶化し作物が吸収しにくくなったためと考えられる。また、過湿によるホウ素の吸収量の減少は根傷みによるものではないかと考えられる。

以上のことから、土壤の高 pH や過湿はホウ素欠乏による不稔穂の発生を誘発、助長するものと考えられる。

湿害がホウ素欠乏による影響を助長する現象は既往の報告になく、新しい知見と考えられる。

また、乾燥処理区では、ホウ素欠乏土壤はもとより、ホウ砂の施用によって体内のホウ素濃度がある程度高い場合でも不稔穂は対照区より多く発生していた。このことは、土壤水分が 9.8~49.0 kPa の極端な乾燥条件下で作物体が水分不足となり、代謝機能が乱れたためではないかと考えられる。

なお、この実験条件の範囲内での出穂期前後の高温、低温条件はホウ素欠乏による不稔穂の発生を誘発、助長する要因ではないと考えられた。

4. 不稔穂発生の防止対策

以上のことから不稔穂発生の防止対策として次のことがあげられる。

不稔穂多発は場および土壤中の水溶性ホウ素含有量が 0.3 ppm 以下のは場では、二条大麦作付前に水溶性ホウ素肥料の施用が有効である。施用量については今後明らかにする必要がある。

また、ホウ素は酸性土壤では溶脱しやすく、高 pH 土壤では不溶化して作物に吸収されにくくなり、不稔が発生しやすくなる。このため、石灰質資材の適正施用により、良好な土壤 pH (6.0~6.5) を保つことが望ましい。また、湿害も不稔の発生を助長するので、排水不良は場では暗渠などを施工して排水を良好にすることも大切である。

文 献

- 1) 浜地勇次・伊藤昌光・和田 学：オオムギの節間伸長期湛水処理による不稔の発生，九州農業研究，**46**，37 (1984)
- 2) 小田桂三郎：農業技術体系 4 ムギ基礎編，p. 27~91，農村文化協会，東京 (1976)
- 3) 田中啓文：土壤-作物系におけるホウ素の行動 (第 1 報)，土肥誌，**43**，297~301 (1972)
- 4) 山内益男：ホウ素に関する作物栄養学的研究，鳥取大学農学部研報，**31**，37~91 (1979)