

2023 年夏季高温下における稲体窒素栄養条件と玄米品質の関係

桐山直盛・佐々木俊祐・小野寺真由・横田紀雄

(岩手県農業研究センター)

Relationship between nitrogen nutrition conditions of rice plants and brown rice quality under high temperature conditions in the summer of 2023

Naomori KIRIYAMA, Syunsuke SASAKI, Mayu ONODERA and Norio YOKOTA

(Iwate Agricultural Research Center)

1 はじめに

2023 年の夏季は記録的な高温であり、岩手県においても白未熟粒の発生が平年を上回るなど、玄米品質の低下がみられた。本研究では、今後の高温対策の参考とするため、高温条件下における稲体窒素栄養条件と玄米品質の関係について解析した。

2 試験方法

2022 年及び 2023 年に岩手県農業研究センター内の腐植質普通非アロフェン質黒ボク土及び細粒腐植質停滞水グライ土水田で実施した水稻品種「ひとめぼれ」の施肥試験で得られたデータを用い、時期別の稲体窒素栄養条件と玄米品質の関係を解析した。供試試験区の概要は表 1 のとおりである。玄米品質は穀粒判別器 (株式会社サタケ社製 RGQI 10B) で計測し、数値は粒数比とした。

3 試験結果及び考察

(1) 気温経過

2022 年と 2023 年の水稻栽培期間における旬別平均気温の推移 (岩手県北上市アメダスデータ) をみると、2022 年は 6 月下旬～7 月上旬と 9 月中旬が平年より高かった (平年差 + 2.5 ~ 3.7℃) が、それ以外の期間は概ね平年並みであった。一方、2023 年は栽培期間全般に高温傾向で、特に 7 月下旬～9 月中旬にかけ記録的な高温 (平年差 + 3.1 ~ 5.2℃) が続いた (表 2)。高温登熟条件下での外観品質については、登熟温度 (出穂後 35 日間の平均気温) が 26℃ないし 27℃以上になると充実不足米の発生が多くなって外観品質は著しく劣ることが報告されているが¹⁾、2023 年の登熟期間の平均気温はこの温度を上回る状況であった。

(2) 玄米品質

2022 年の整粒歩合は全区平均で 80.6% であったのに対し、2023 年は 44.9% と著しく低かった。整粒歩合の低下は白未熟粒 [乳白粒、基部未熟粒、腹白未熟粒 (背白粒を含む)] の多発によるもので、夏季の高温が大きく関与したものと推察された。一方、胴割粒と玄米タンパク質含有率は、2022 年と 2023 年で差はみられなかった (表 3)。

(3) 土壤可給態窒素量、稲体窒素栄養条件及び収量構成要素

2022 年と 2023 年において、作付け後の土壤可給態窒素量、各時期の稲体窒素栄養条件 (稲体窒素濃度及び稲体窒素吸収量)、収量構成要素の全区平均値に顕著な差はみられなかった。玄米品質が低下した 2023 年において、整粒歩合が高かった上位 10 圃場と低かった下位 10 圃場を比較すると、上位では土壤可給態窒素量、稲体窒素濃度及び稲体窒素吸収量や m² 当り粒数が優り、精玄米重も高い傾向であった (表 3)。

(4) 稲体窒素栄養条件と玄米品質の関係

2023 年において、稲体窒素栄養条件 (稲体窒素濃度及び稲体窒素吸収量) と整粒歩合には正の、白未熟粒の発生程度には負の有意な相関が認められ、白未熟粒の中では基部未熟粒の相関が最も強かった (表 4、図 1)。時期別では白未熟粒の種類によって傾向がやや異なるものの、幼穂形成期や出穂期までの稲体窒素栄養条件の影響が大きいと考えられ (表 5)、田中らの報告²⁾ と概ね一致した。すなわち、幼穂形成期や出穂期の稲体窒素栄養条件が良いほど白未熟粒の発生が少なく、整粒歩合が高まるものと推察された。一方、2022 年は 2023 年に比べ稲体窒素栄養条件が玄米品質に及ぼす影響は小さかった (表 4、図 1)。したがって、2023 年のように高温条件下で白未熟粒が多発する場合において、特に稲体窒素栄養の確保が重要であると考えられた。

稲体窒素栄養条件と玄米タンパク質含有率には、2022 年、2023 年とも正の相関が認められ、稲体窒素栄養条件が良いほど玄米タンパク質含有率は高くなる傾向がみられた (表 4、図 1)。このため、白未熟粒発生抑制と良食味のための適切なタンパク質含有率の両立には、幼穂形成期や出穂期の稲体窒素栄養条件を適切に保つことが必要と考えられた。

4 まとめ

2023 年夏季高温下では白未熟粒が多発し、整粒歩合が低下した。稲体窒素濃度及び稲体窒素吸収量と整粒歩合には正の、白未熟粒の発生程度には負の有意な相関が認められ、幼穂形成期や出穂期において稲体窒素栄養条件が良いほど白未熟粒の発生が少なく、整粒歩合が高まるものと推察された。一方、玄米タンパク質含有率は、稲体窒素栄養条件が良いほど高まる傾向がみられ、白未熟粒発生抑制と良食味のための適切なタンパク質含有率の両立には幼穂形成期や出穂期の稲体窒素栄養条件を適切に保つことが必要と考えられた。

引用文献

1) 松江勇次. 2007. 日本における高温登熟条件下での米の品質・食味研究の現状. 第223回日本作物

学会講演会要旨集. p394.

2) 田中浩平ら. 2010. 水稻の外観品質に及ぼす稲体窒素栄養条件や施肥法の影響. 日本作物学会紀事. 79(4) : 450-459.

表1 供試試験区の概要

| 年度 | 栽植密度 (株/m ²) | 窒素施肥量 (kg/10a) | 播種日 | 移植時期 | 幼形期 | 出穂期 | 成熟期 |
|------|-----------------------------|-------------------|------|---------|---------|--------|---------|
| 2022 | 20.9 | 7.0 | 4/25 | 5/13~24 | 7/12~14 | 8/8~13 | 9/20~26 |
| 2023 | 18.4 | 7.1 | 4/25 | 5/15~23 | 7/10~15 | 8/3~7 | 9/4~9 |

注1) サンプル数 2022 : n=50、
2023 : n=71

注2) 栽植密度、窒素施肥量は全区の
平均値

注3) 播種量は乾籾 150g/箱

表2 水稻栽培期間における旬別平均気温の推移(北上アメダスデータ) 単位(°C)

| 年度 | 項目 | 6月 | | | 7月 | | | 8月 | | | 9月 | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 2022 | 平均気温 | 14.8 | 19.9 | 23.9 | 25.5 | 23.2 | 25.9 | 24.7 | 24.3 | 22.2 | 22.5 | 22.8 | 18.2 |
| | 平年差 | -3.5 | 0.6 | 3.5 | 3.7 | 0.6 | 1.8 | -0.2 | 0.1 | -1.0 | 0.1 | 2.5 | 0.7 |
| 2023 | 平均気温 | 19.3 | 20.9 | 22.5 | 24.1 | 24.4 | 27.3 | 28.5 | 27.3 | 28.4 | 25.6 | 25.4 | 19.4 |
| | 平年差 | 1.0 | 1.6 | 2.1 | 2.3 | 1.8 | 3.2 | 3.6 | 3.1 | 5.2 | 3.2 | 5.1 | 1.9 |

注1) 平年値は1991年から
2020年の30年平均値

表3 玄米品質(粒数比)と土壌可給態窒素量、稲体窒素栄養条件及び収量構成要素

| 年度 | 玄米品質(%) | | | | | | 玄米タンパク質含有率(%) | 土壌可給態窒素量(mg/100g) | 稲体窒素濃度(%) | | | 稲体窒素吸収量(kg/10a) | | | m ² 当り籾数(千粒) | 登熟歩合(%) | 千粒重(g) | 精玄米重(kg/10a) |
|------|---------|------|-----|------|------|-----|---------------|-------------------|-----------|-----|-----|-----------------|-----|------|-------------------------|---------|--------|--------------|
| | 整粒 | 胴割 | 乳白 | 基部未熟 | 腹白未熟 | 未熟 | | | 幼形期 | 出穂期 | 成熟期 | 幼形期 | 出穂期 | 成熟期 | | | | |
| 2022 | 全平均 | 80.6 | 3.4 | 3.1 | 1.2 | 1.1 | 5.6 | 10.8 | 1.6 | 0.8 | 0.6 | 4.8 | 6.5 | 8.1 | 25.4 | 89.7 | 23.5 | 516 |
| | 上位圃場 | 86.6 | 2.5 | 1.3 | 0.6 | 0.5 | 6.0 | 11.3 | 1.6 | 0.9 | 0.7 | 3.5 | 5.9 | 7.6 | 21.2 | 92.0 | 24.3 | 460 |
| | 下位圃場 | 74.9 | 6.1 | 4.3 | 1.7 | 1.5 | 5.4 | 8.7 | 1.4 | 0.8 | 0.6 | 5.2 | 6.6 | 8.1 | 26.3 | 89.8 | 23.4 | 545 |
| 2023 | 全平均 | 44.9 | 2.9 | 10.8 | 21.2 | 3.7 | 5.8 | 13.4 | 1.4 | 0.8 | 0.7 | 4.7 | 6.5 | 9.1 | 24.9 | 92.1 | 24.1 | 542 |
| | 上位圃場 | 58.0 | 1.8 | 9.2 | 16.0 | 2.7 | 6.3 | 16.2 | 1.6 | 1.0 | 0.8 | 6.2 | 9.1 | 10.9 | 30.4 | 87.2 | 24.1 | 633 |
| | 下位圃場 | 33.0 | 5.1 | 13.4 | 23.0 | 4.5 | 5.7 | 13.8 | 1.3 | 0.7 | 0.7 | 4.6 | 5.5 | 8.2 | 23.1 | 93.4 | 23.8 | 506 |

注1) サンプル数 2022 : n=50 (土壌可給態窒素量、出穂期稲体窒素濃度・吸収量は n=44)、2023 : n=71

注2) 上位、下位圃場は整粒歩合の上位、下位 10 圃場のデータを平均したもの

注3) 腹白未熟は背白粒を含む

注4) 千粒重、精玄米重 : 水分 15%換算、1.9mm 篩調整 注5) 玄米タンパク質含有率は N%×5.95 で算出し、水分 15%換算した

表4 窒素栄養条件と玄米品質との相関係数

| 年度 | 玄米品質 | 稲体窒素濃度 | | | 稲体窒素吸収量 | | |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 幼形期 | 出穂期 | 成熟期 | 幼形期 | 出穂期 | 成熟期 |
| 2022 | 整粒歩合 | 0.21 | 0.15 | 0.13 | -0.41 ** | -0.06 | -0.09 |
| | 乳白粒 | -0.22 | -0.33 * | -0.40 ** | 0.23 | -0.28 | -0.23 |
| | 基部未熟粒 | -0.17 | -0.46 ** | -0.51 ** | 0.07 | -0.47 ** | -0.35 * |
| | 腹白未熟粒 | 0.11 | -0.36 * | -0.37 ** | 0.21 | -0.31 * | -0.15 |
| | タンパク質含有率 | -0.06 | 0.60 ** | 0.80 ** | -0.05 | 0.72 ** | 0.45 ** |
| 2023 | 整粒歩合 | 0.58 ** | 0.81 ** | 0.64 ** | 0.38 ** | 0.64 ** | 0.57 ** |
| | 乳白粒 | -0.20 | -0.32 ** | -0.37 ** | 0.07 | -0.11 | -0.14 |
| | 基部未熟粒 | -0.44 ** | -0.67 ** | -0.52 ** | -0.62 ** | -0.69 ** | -0.50 ** |
| | 腹白未熟粒 | -0.38 ** | -0.50 ** | -0.34 ** | -0.39 ** | -0.54 ** | -0.42 ** |
| | タンパク質含有率 | 0.57 ** | 0.78 ** | 0.63 ** | 0.43 ** | 0.56 ** | 0.60 ** |

表5 玄米品質を目的変数、時期別窒素吸収量を説明変数として重回帰分析を行った場合の標準偏回帰係数(2023)

| 玄米品質 | 窒素吸収量 | | |
|------|-----------|-------------|-------------|
| | 幼形期 まで | 幼形期 ~出穂期 | 出穂期 ~成熟期 |
| 整粒歩合 | 0.35 ** | 0.63 ** | 0.21 * |
| 乳白 | 0.08 | -0.33 ** | -0.13 |
| 基部未熟 | -0.59 ** | -0.33 ** | 0.003 |
| 腹白未熟 | -0.36 ** | -0.40 ** | -0.07 |

【表4,5 共通】

注1) サンプル数 2022 : n=50 (出穂期稲体窒素濃度・吸収量は n=44)、2023 : n=71

注2) 腹白未熟は背白粒を含む

注3) **は 1%、*は 5%水準で有意

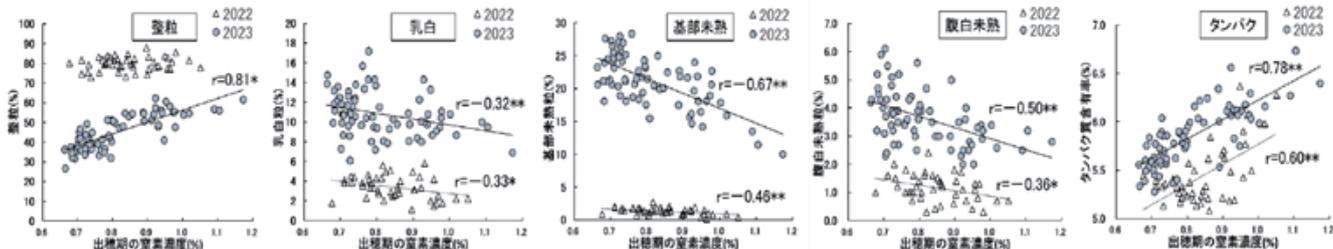


図1 出穂期の窒素濃度と玄米品質の関係

注1) サンプル数 2022 : n=44、2023 : n=71 注2) 回帰直線と相関係数は有意な場合のみ記載

注3) **は 1%、*は 5%水準で有意 注4) 腹白未熟は背白粒を含む