

携帯型 NDVI 測定機を用いた水稻栄養生長期における窒素吸収量の推定

今野 周・齋藤 寛・松田 晃*

(山形県農業総合研究センター水田農業研究所・*山形県最上総合支庁産業経済部農業技術普及課産地研究室)

Presumption of nitrogen absorbed amount in paddy rice of vegetative stage using a portable NDVI measuring device

Shu KONNO, Hiroshi SAITO and Akira MATSUDA*

(Rice Breeding and Crop Science Research Institute, Yamagata Integrated Agricultural Research Center・

*Yamagata Mogami Agricultural Technique Improvement Research Office)

1 はじめに

高品質・良食味米の安定生産のためには、茎数や葉色などに基づく生育診断と対応が重要であるが、その測定には多大な労力を要しており、より省力的な診断手法が求められている。

本研究では、携帯型 NDVI (正規化植生指数: 近赤外光と赤色光の反射率から算出) 測定機による NDVI 値から、山形県における水稻主要品種について、栄養生長期の地上部窒素吸収量 (N 吸収量) を推定する方法について検討した。

2 試験方法

2018~2019 年に、6 品種 (「雪若丸」、「はえぬき」、「つや姫」、「コシヒカリ」、「ひとめぼれ」、「ふくひびき」)、4 施肥条件 (基肥+追肥 kgN/10a : 0+0, 4+1.5, 6+2, 10+3) 等から NDVI 値と N 吸収量の関係式を作成した。

さらに 2020 年には、雪若丸の移植施肥試験 (11 点) 及び水稻作況試験 (「雪若丸」、「つや姫」、「はえぬき」各標準区、及び「はえぬき」無窒素区の 4 点) を加えて、この推定式による N 吸収量の当てはまり程度を検討した。

調査項目は、時期別生育 (草丈、茎数、葉数、葉色 (SPAD 値))、NDVI 値、地上部 N 吸収量で、NDVI 値の測定は、携帯型測定機 Green Seeker Handheld Crop Sensor (MODEL HCS-100、Trimble 社製) を使用した。6 月 10 日から 7 月 20 日 (分けつ期~幼穂形成期) まで約 10 日間隔で測定を行い、NDVI 値の測定は連続する 10 株について 7 秒程度、高さ 105 cm を目安に走査 (6 反復) した。

3 試験結果及び考察

携帯型測定機による 6 月 10 日から 7 月 20 日までの NDVI 値と地上部 N 吸収量の間には、指数関数の回帰曲線が当てはまり、その決定係数は 0.88~0.96 であった。また、RMSE (二乗平均平方根誤差) は 7 月 10 日までの値が 7 月 20 日までの値よりも小さく、当てはまりがよいと思われた (図 1、表 1)。一方、従来の生育調査から得られた草丈や茎数、葉色と N 吸収量との相関関係は決定係数は大きいものの生育

の進展に伴い、ばらつきが大きくなった (データ略) ことから、N 吸収量の予測には不適と考えられた。

2 カ年、6 品種を込みにした場合の NDVI 値 (x) と N 吸収量 (y) の関係は、 $y=0.2928e^{4.474x}$ で回帰され、その決定係数は 0.91、RMSE は 7 月 10 日までで 0.74、7 月 20 日までで 1.09 (g/m²) となり (表 1)、NDVI 値が 0.7 以上になると、そのばらつきが拡大する傾向が認められた (図 1)。

2020 年のデータを NDVI 値と N 吸収量の散布図にプロットしたところ、各品種において従来の回帰線にほぼ載ったことから、両形質の相関関係の年次による差異は小さいものと考えられた (図 2)。また、「雪若丸」の推定式による RMSE は 7 月 10 日までで 0.99、7 月 20 日まででは 1.14 であった (図 3)。以上の結果、携帯型測定機による 6 月 10 日から 7 月 10 日頃までの NDVI 値と N 吸収量の間には密接な相関関係が認められた。

既に報告されている各種の推定式¹⁾²⁾を本研究に当てはめた場合、N 吸収量予測値の RMSE はやや大きく、関係式のパラメーターは利用する地域に応じて選択する必要がある。本試験で得られた推定式については、年次間差異や品種間差異は比較的小さいものの、今後さらにデータを集積することにより推定精度を向上させることが可能と考えられた。

4 まとめ

NDVI 値と水稻の N 吸収量の間には密接な関係があり、「雪若丸」など本県主要品種の栄養生長期の N 吸収量を推定する上で、携帯型測定機による NDVI 値の活用は有効と考えられた。また、本試験で供試した 6 品種における回帰式の品種間差異及び年次間差異は比較的小さいものと考えられた。

引用文献

- 1) 後藤元, 井上吉雄. 2019. 日本作物学会第247回講演会要旨集: 76.
- 2) 浪川茉莉, 西川瑞彦, 高橋智紀, 金田吉弘. 2016. 日本土壌肥科学雑誌: 87(6)450-454.

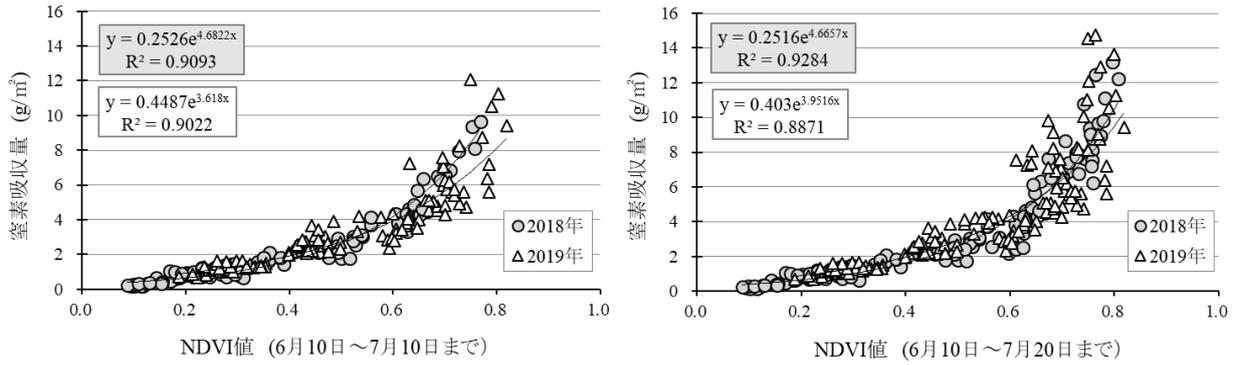


図1 6品種を込みにした場合のNDVI値とN吸収量との関係 (2018年~2019年)

注)左:6月10日~7月10日まで、右:6月10日~7月20日までのデータで示す。

表1 供試6品種の年次別にみたNDVI値(x)とN吸収量(y)の回帰式、決定係数(R²)及びRMSE

品種名	年次	回帰式	R ²	RMSE-1 (g/m ²)	RMSE-2 (g/m ²)
雪若丸	2018	$y = 0.2676e^{4.8138x}$	0.94	1.20	0.85
	2019	$y = 0.3814e^{4.3493x}$	0.88	1.20	0.92
	2年込み	$y = 0.2994e^{4.7013x}$	0.92	1.16	0.89
はえぬき	2018	$y = 0.253e^{4.8317x}$	0.93	1.00	0.68
	2019	$y = 0.3489e^{4.2969x}$	0.93	1.07	0.59
	2年込み	$y = 0.2763e^{4.6582x}$	0.93	1.01	0.60
つや姫	2018	$y = 0.2451e^{4.6125x}$	0.92	1.25	0.69
	2019	$y = 0.3834e^{3.9751x}$	0.90	1.31	0.68
	2年込み	$y = 0.2844e^{4.4167x}$	0.91	1.26	0.69
ひとめぼれ	2018	$y = 0.2268e^{4.6698x}$	0.92	0.85	0.69
	2019	$y = 0.4175e^{3.7477x}$	0.92	0.86	0.57
	2年込み	$y = 0.2704e^{4.4201x}$	0.92	0.83	0.65
コシヒカリ	2018	$y = 0.2756e^{4.4127x}$	0.93	0.89	0.72
	2019	$y = 0.4517e^{3.6302x}$	0.91	0.90	0.58
	2年込み	$y = 0.3200e^{4.1765x}$	0.92	0.88	0.67
ふくひびき	2018	$y = 0.2389e^{4.7018x}$	0.96	1.23	1.01
	2019	$y = 0.4124e^{3.8113x}$	0.89	1.41	0.86
	2年込み	$y = 0.2888e^{4.3853x}$	0.93	1.27	0.92
6品種込み	2018	$y = 0.2516e^{4.6657x}$	0.93	1.09	0.78
	2019	$y = 0.403e^{3.9516x}$	0.89	1.15	0.72
	2年込み	$y = 0.2928e^{4.474x}$	0.91	1.09	0.74

注)RMSE-1は6月10日~7月20日までの、RMSE-2は7月10日までの推定誤差を示す。

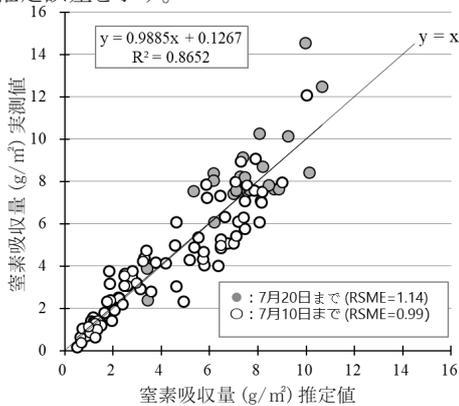


図3 「雪若丸」におけるN吸収量推定値の当てはまり程度

注)6月10日~7月20日までの推定(品種:雪若丸、2018~2020年、N=110)

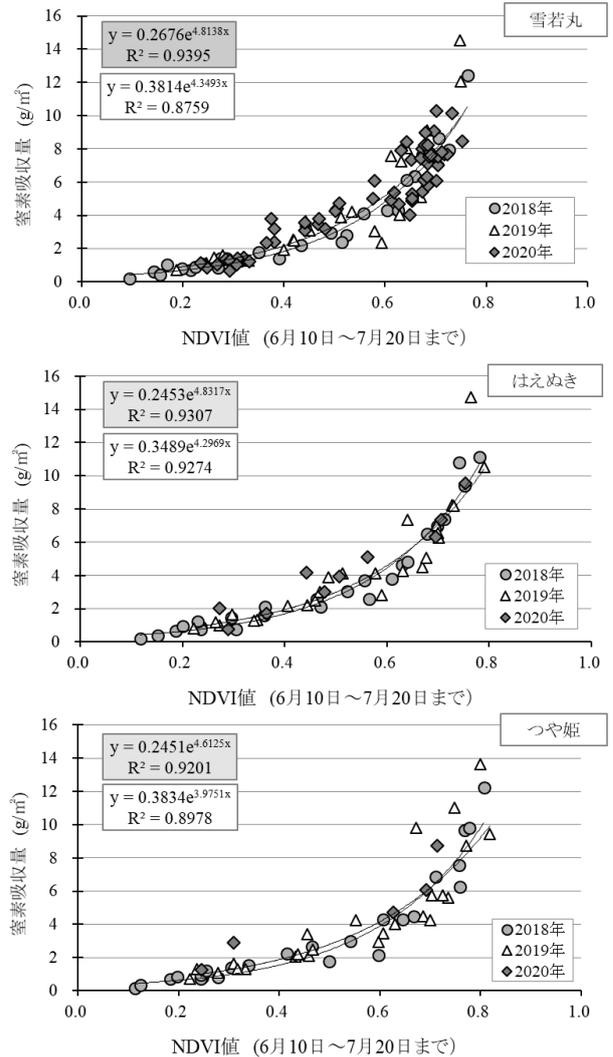


図2 2020年データを追加プロットした「雪若丸」、「はえぬき」、「つや姫」におけるNDVI値とN吸収量の関係 (2018~2020年)