

土壤可給態窒素による水稻の窒素施肥量診断指標

可給態窒素の簡易測定

窒素施肥量診断

令和7(2025)年3月
栃木県農業総合研究センター

可給態窒素の簡易測定

下記のマニュアルを基に、可給態窒素を簡易に測定する。

「水田土壤可給態窒素の簡易・迅速評価マニュアル」 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター 土壤肥料研究領域 (2016年12月5日)

窒素施肥量診断

水稻は、地力窒素からの吸収量が多いため、土壤の可給態窒素を簡易に測定し、その値を基に下表によって品種、作型及び対象地域に則した窒素施肥量を診断する

全量基肥

❖ 全量基肥 窒素施肥基準4~5kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	早植・早植側条	中部(黒ボク)、南部(沖積)
とちぎの星	普通植・早植側条	

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	8.8	8.2	7.7	7.2	6.8	6.4	6.0	5.7	5.3	5.0	4.7	4.4	4.1	3.9	3.6	3.3	3.1	2.8	2.6	2.4	2.1

❖ 全量基肥 窒素施肥基準5～6kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	早植・早植側条	北部(黒ボク)
とちぎの星	早植	

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	9.8	9.2	8.7	8.2	7.8	7.4	7.0	6.7	6.3	6.0	5.7	5.4	5.1	4.9	4.6	4.3	4.1	3.8	3.6	3.4	3.1

❖ 全量基肥 窒素施肥基準6～7kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
なすひかり	早植・早植側条	
あさひの夢	普通植	

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	10.8	10.2	9.7	9.2	8.8	8.4	8.0	7.7	7.3	7.0	6.7	6.4	6.1	5.9	5.6	5.3	5.1	4.8	4.6	4.4	4.1

分施 基肥

❖ 分施基肥 窒素施肥基準2～3kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	早植	中部(黒ボク)

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	6.3	5.8	5.3	4.9	4.4	4.0	3.6	3.2	2.9	2.5	2.2	1.8	1.5	1.2	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

❖ 分施肥肥 窒素施肥基準3~4kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	早植	北部
なすひかり	直播	中・北部
あさひの夢	直播	中・南部

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	7.3	6.8	6.3	5.9	5.4	5.0	4.6	4.2	3.9	3.5	3.2	2.8	2.5	2.2	1.8	1.5	1.2	0.9	0.7	0.7	0.7

❖ 分施肥肥 窒素施肥基準2kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	早植、普通植	南部(沖積)

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	5.8	5.3	4.8	4.4	3.9	3.5	3.1	2.7	2.4	2.0	1.7	1.3	1.0	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

❖ 分施肥肥 窒素施肥基準4~5kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
なすひかり	早植	
とちぎの星	早植	

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	8.3	7.8	7.3	6.9	6.4	6.0	5.6	5.2	4.9	4.5	4.2	3.8	3.5	3.2	2.8	2.5	2.2	1.9	1.6	1.3	1.0

❖ 分施肥肥 窒素施肥基準5~6kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
あさひの夢	早植・普通植	

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	9.3	8.8	8.3	7.9	7.4	7.0	6.6	6.2	5.9	5.5	5.2	4.8	4.5	4.2	3.8	3.5	3.2	2.9	2.6	2.3	2.0

❖ 分施肥肥 窒素施肥基準1~2kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	普通植	中部(黒ボク)
	直播	中・北部

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	5.3	4.8	4.3	3.9	3.4	3.0	2.6	2.2	1.9	1.5	1.2	0.8	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

❖ 分施肥肥 窒素施肥基準3kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
とちぎの星	普通植	

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	6.8	6.3	5.8	5.4	4.9	4.5	4.1	3.7	3.4	3.0	2.7	2.3	2.0	1.7	1.3	1.0	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6

分施 追肥

❖ 分施追肥 窒素施肥基準3kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	早植	北部・中部
なすひかり		

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
窒素施肥量	4.3	4.1	4.0	3.9	3.8	3.7	3.7	3.6	3.5	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0

❖ 分施追肥 窒素施肥基準2～3kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	早植	南部
とちぎの星	早植・普通植	
なすひかり	直播	中・北部
あさひの夢	普通植	
あさひの夢	直播	中・南部

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	3.8	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.2	3.1	3.0	3.0	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5

❖ 分施追肥 窒素施肥基準3～4kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
あさひの夢	早植	

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	4.8	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.2	4.1	4.0	4.0	3.9	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5

❖ 分施追肥 窒素施肥基準1～2kg/10a の場合

品種	作型	対象地域
コシヒカリ	普通植・直播	

可給態窒素(mg/100g)に基づく窒素施肥量(kg/10a)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
窒素施肥量	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5

可給態窒素による窒素施肥量診断法の説明

❖ 考え方

○基本式

$$\text{可給態窒素} \times \text{可給態窒素吸収係数} + \text{施肥量} \times \text{施肥窒素利用率} = \text{最適窒素吸収量}$$

○各パラメータの説明

- ・可給態窒素吸収係数

$$\text{可給態窒素} \times \text{可給態窒素吸収係数} = \text{無窒素区の窒素吸収量}$$

- ・施肥窒素利用率

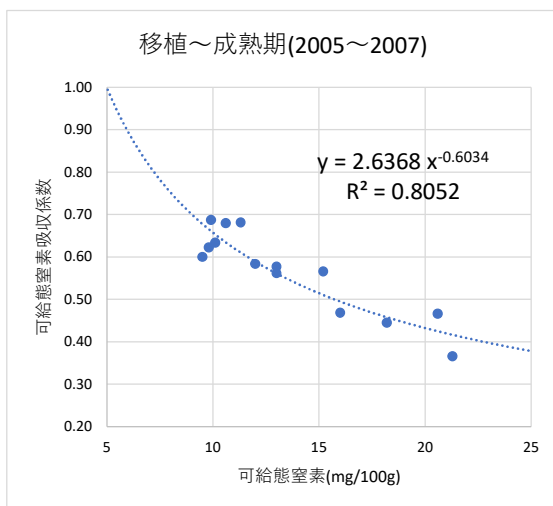
$$\text{施肥窒素利用率} = (\text{窒素吸収量} - \text{無窒素区の窒素吸収量}) / \text{施肥量} \times 100$$

○可給態窒素測定による窒素施肥量の算出

$$\text{窒素施肥量} = (\text{最適窒素吸収量} - \text{可給態窒素} \times \text{可給態窒素吸収係数}) / \text{施肥窒素利用率}$$

❖ 可給態窒素吸収係数

可給態窒素と可給態窒素吸収係数の関係から、可給態窒素が高くなるほど可給態窒素吸収係数は低くなる傾向が見られたため、可給態窒素によって可給態窒素吸収係数を変化させる必要があった。そのため、両者の関係を図1のとおり累乗近似し各係数を求めた。



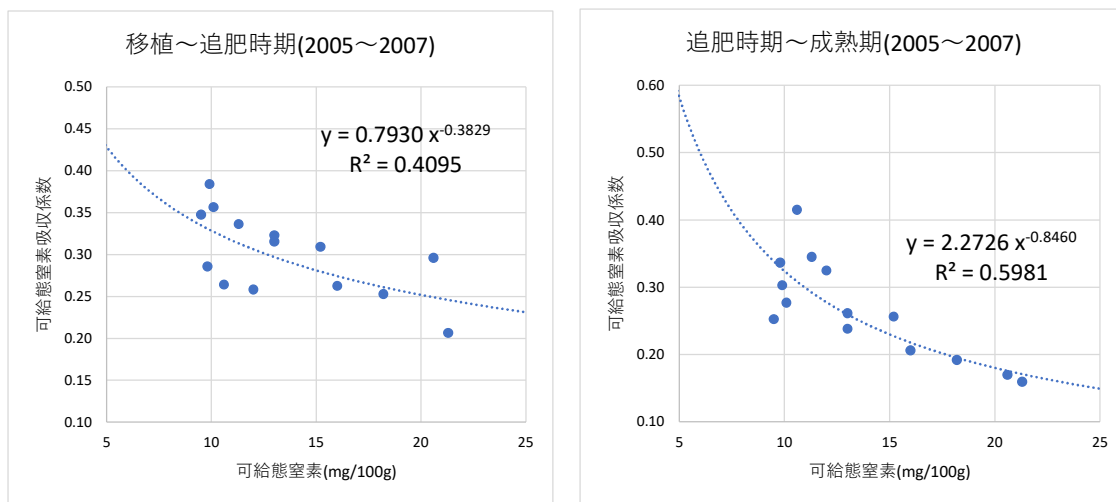


図1 可給態窒素と可給態窒素吸収係数の関係

※2005～2007年度実施「地力を考慮した水稻の施肥量診断技術の開発」試験

❖ 最適窒素吸収量

表1 最適窒素吸収量 (kg/10a)

	移植～成熟期	移植～追肥時期	追肥時期～成熟期
平均	10.9	5.3	5.6
標準偏差	1.2	0.9	1.3

※ 1994～2012年農試ほ場内栽培試験

収量540～600(kg/10a)、処理区数52の平均

❖ 施肥窒素利用率

表2 施肥窒素利用率 (%)

	全量基肥	分施基肥	分施追肥
平均	67.5	50.2	63.2
標準偏差	18.0	14.6	19.6

※ 分施：1994～2008年農試ほ場での栽培試験(n=74)

※ 全量：1994、1998～2001年農試ほ場での栽培試験(n=21)

❖ コシヒカリ 早植、中部黒ボクでの診断値

上記で得られたパラメータ(表3)を基に、可給態窒素による窒素施肥量を全量基肥と分施の場合で表4のように算出した。この値は、農試ほ場での栽培試験から得られた値であり、コシヒカリでの早植、中部黒ボク土でのケースである。

表3 コシヒカリ(早植、中部・黒ボク土)の各パラメータ値

	全量基肥	分施基肥	分施追肥
施肥基準量(kg/10a)	4~5	2~3	3
可給態窒素吸収係数			
a	2.637	0.7930	2.273
b	-0.603	-0.3829	-0.846
施肥窒素利用率(%)	67.5	50.2	63.2
最適窒素吸収量(kg/10a)	10.9	5.3	5.6

※可給態窒素吸収係数 = a × 可給態窒素^b

表4 可給態窒素からの窒素施肥量(kg/10a)計算(コシヒカリ、早植、中部・黒ボク土)

可給態窒素	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
全量基肥	8.8	8.2	7.7	7.2	6.8	6.4	6.0	5.7	5.3	5.0	4.7	4.4	4.1	3.9	3.6	3.3	3.1	2.8	2.6	2.4	2.1
分施基肥	6.3	5.8	5.3	4.9	4.4	4.0	3.6	3.2	2.9	2.5	2.2	1.8	1.5	1.2	0.8	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
分施追肥	4.3	4.1	4.0	3.9	3.8	3.7	3.7	3.6	3.5	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0	3.0

※窒素施肥量 = (最適窒素吸収量 - 可給態窒素 × 可給態窒素吸収係数) / 施肥窒素利用率

※施肥基準(コシヒカリ、中部・黒ボク) 全量基肥: 4~5 分施基肥: 2~3 分施追肥: 3kg/10a

❖ 各品種、作型及び地域等への適用

施肥基準量は、品種、作型及び地域等で細かく設定されているが、その前提となる可給態窒素濃度は、県内のおおよその平均値である 15mg/100g 前後で考えられている。

そのため、上記早植コシヒカリ、中部黒ボク土での診断値を基本として、他品種、作型及び地域の診断値については、窒素施肥基準量の差を基本となる診断値に加減することで求めた。

なお、施肥診断量の最小値は、可給態窒素からの窒素無機化にはある程度の時間経過が必要であり、スターターとしての化学肥料も必要とされるため、施肥基準量の 2 割とした。

本診断法の検証

本診断法の有効性を検証するため、県内各地の現地農家ほ場の窒素施肥量と収量を調査し、土壌可給態窒素からの窒素診断施肥量を 100 とした場合の現地の窒素施肥量及び目標収量を 100 とした場合の現地農家の収量の関係を調査した。

❖ 調査1 2024 年度栃木県農業総合研究センターでの調査

現地農家ほ場 7 か所及びセンター内ほ場 2 か所で、各ほ場の窒素施肥量を農家慣行量及び増減した量の 2 水準として、各施肥量での収量を調査した(図 2)。

❖ 調査2 JA 全農とちぎによる可給態窒素測定及び農家収量等のアンケート調査

JA 全農とちぎで、県内 63 点土壌の可給態窒素を測定し、また、各農家ほ場の収量等をアンケート調査した(図 3)。

その結果、現地農家ほ場では、窒素施肥以外の土壌条件の差異や、農家の栽培手法の差異があり、データのバラツキはあるものの、窒素施肥量（指数）が診断施肥量 100 以下の範囲では、ほぼ直線的に収量が増加していることから、施肥に比例した収量増加が認められる。また、窒素施肥量（指数）が診断施肥量 100 を越えると、収量の増加割合は低くなることから、施肥コストに対する収量のリターンは減少するといえる。

以上のことから、窒素診断量が最適な窒素施肥量であることが認められ、本マニュアルによる土壌可給態窒素を基にした窒素診断施肥量の有効性が立証された。

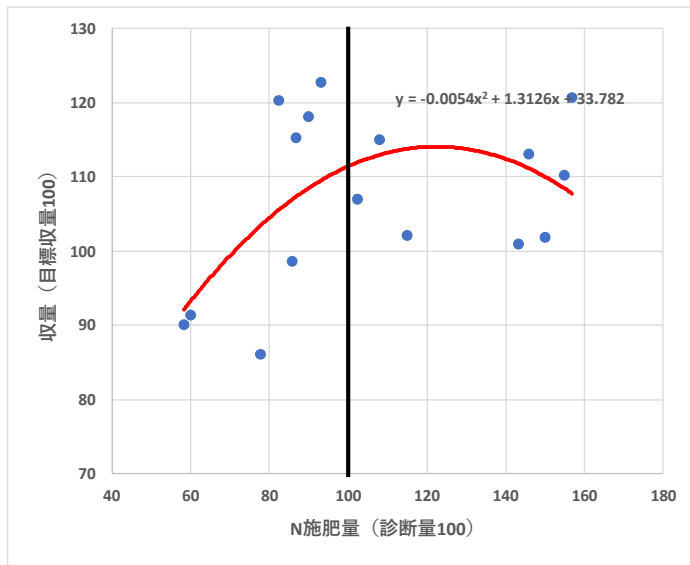


図2 令和6(2024)年度栃木県農業総合研究センターによる試験での窒素施肥量（診断量100）と収量（目標収量100）の関係

（データ数）

※現地農家ほ場：12、農試ほ場：4 ※品種 コシヒカリ：10、とちぎの星：6
 ※施肥法（すべて全量基肥）側条：12、全層：4 ※作型 早植：14、普通植：2
 ※窒素施肥量：堆肥施用の場合(8)、堆肥中の有効な窒素量を合算

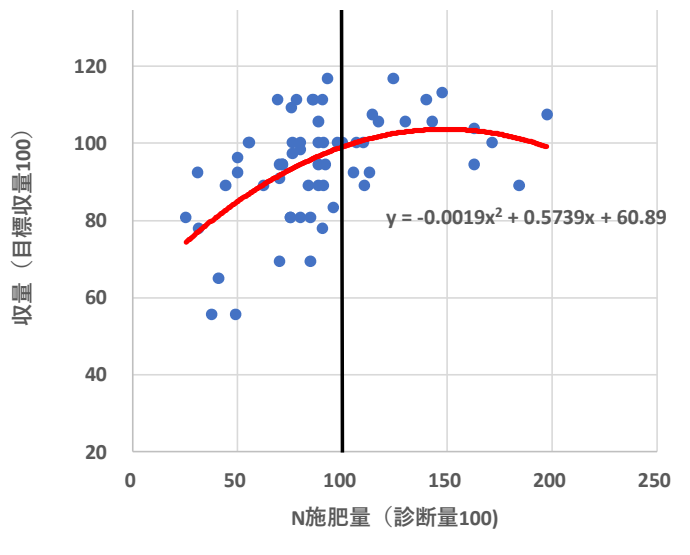


図3 JA全農とちぎによる調査での窒素施肥量（診断量100）と収量（目標収量100）の関係

（データ数：63）

※品種：コシヒカリ ※施肥法：全層施肥、全量基肥施肥 ※作型：早植
 ※窒素施肥量：堆肥施用の場合(16ほ場)、堆肥中の有効な窒素量を合算