

秋まき小麦

安定確収のために光エネルギーを活かす

～ 受光態勢を整える ～



1970年代、日本における稲作の栽培技術は飛躍的な発展を遂げた。故：松島省三氏らが提唱した「理想稲作理論」をベースに栽培技術の確立が進み、収量の安定多収化が進んだ。「理想稲作理論」最大のポイントは「受光態勢」にあった。

それから、およそ半世紀が経ち、北海道の秋まき小麦にも「受光態勢」に着目した栽培技術確立の動きが出始めている。本パンフレットは、秋まき小麦における「受光態勢」の重要性を知り、光を有効利用できる栽培法の確立と定着、および収量・品質の安定化につながることを期待したい。

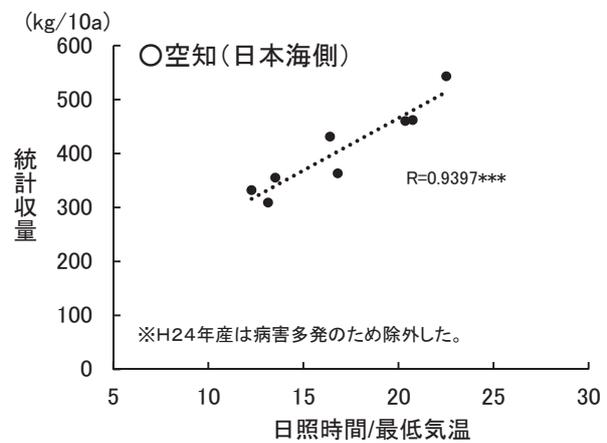
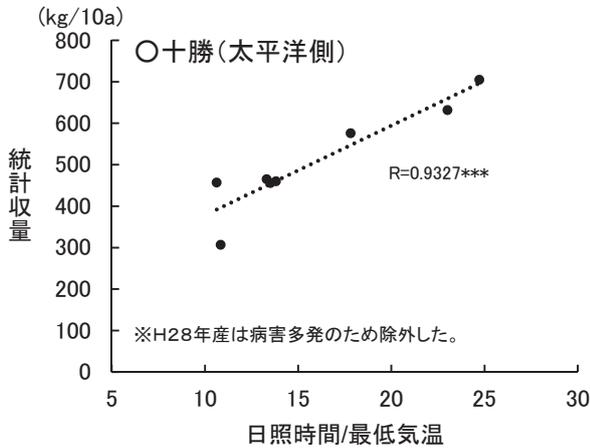
北海道・ホクレン・北集・北海道農産協会

このパンフレットは、生産者拠出(北海道産麦生産流通安定対策事業)を財源に作成しています

何故、北海道の秋まき小麦は「光」に着目しなければならないのか

秋まき小麦の収量は、登熟期間中の気象条件に左右されやすい。
特に、登熟期間中の日照時間が多く、最低気温の低い年は多収となりやすい。

＜登熟期間中の日照時間／最低気温と収量との関係＞



一方、今後、北海道の秋まき小麦は登熟期間中の日照時間が少なくなり、
収量と品質は大きく低下すると予想されている。

＜2030年代に想定される収量・品質の変化(H23北海道指導参考事項)＞

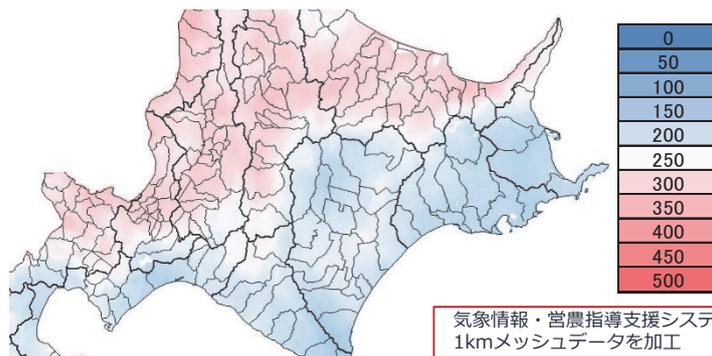
作物	収量	品質
水稻	👉 やや増加(登熟期間の気象条件向上)	🔴 良食味化(アミロース、タンパクの低下)
秋まき小麦	👇 8~18%減少(日射量の低下) 降水量増加で水分不足緩和地域も	👇 品質低下 (降水量増で倒伏、穂発芽、赤かび病)
てんさい	👉 根重増加, 根中糖分低下, 糖量(根重×糖分)は6%増加(病害回避が前提)	
ばれいしょ	👇 15%程度減少(日射量の低下)	👇 でんぷん含量低下
大豆	🔴 「ユキホマレ」:道央, 道南以外で増加 「トヨムスメ」:ほとんどの地域で増加	👇 裂皮粒やしわ粒の多発
小豆	🔴 十勝, オホーツクの主産地で増加	👇 小粒化による歩留まりの低下

🔴:望ましい 👇:望ましくない 👉:中間

特に、太平洋側の地域はもともと登熟期間中の日照時間は少なく、
「光」を有効に利用できる栽培法の確立が必要となっている。

平年の積算日照時間(hr)
(全道平均の登熟期間)
6月8日～7月22日

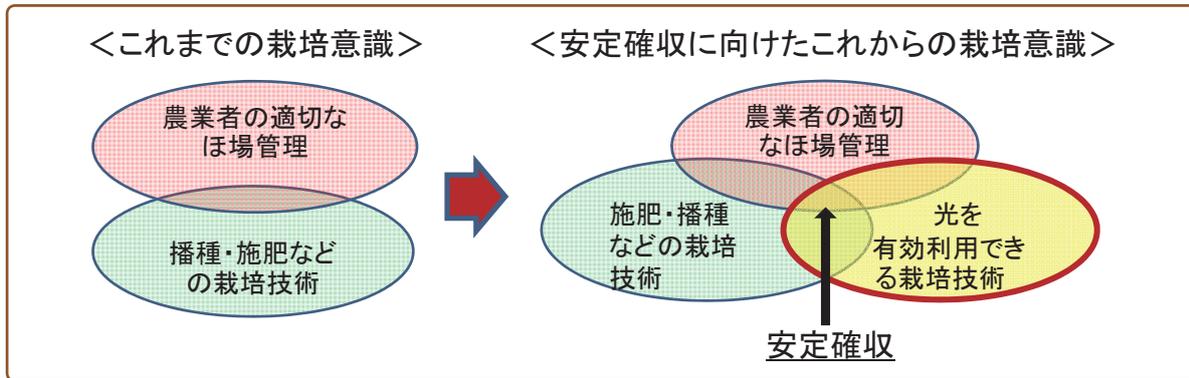
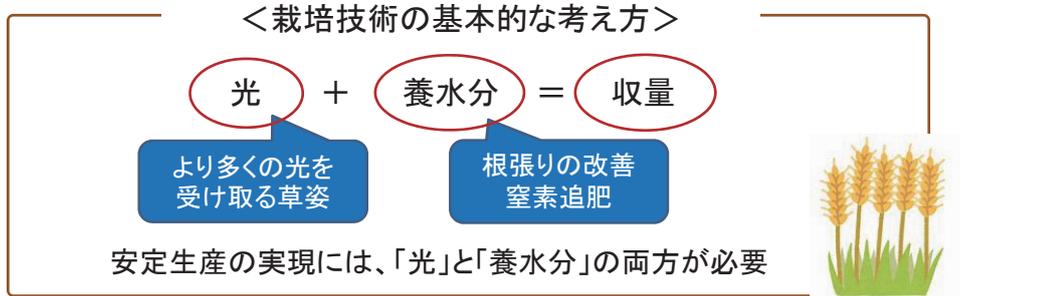
北海道では、オホーツク海と日本海側は日照時間は確保されやすいが、太平洋側は少ない



気象情報・営農指導支援システム
1kmメッシュデータを加工

安定確収に向けた栽培意識

以上のように、気象変動が大きくなる条件下で安定確収を実現するためには、限りある光を有効に利用する栽培技術が重要となる。



「理想稲作理論」から受光態勢の重要性を学ぶ（事例紹介）

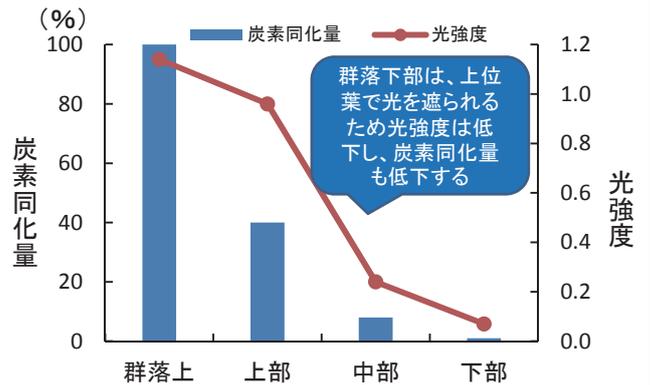
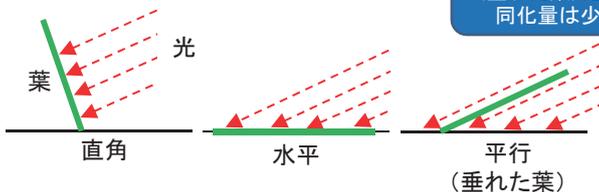
「理想稲作理論」では、理想的な草姿を「上位3葉は短く・厚く、直立的であること」とし、受光態勢を整えることで炭素同化量（養分の蓄積量）が増し、安定多収につながることを示していた。

表 太陽光への異なる葉身方向による炭素同化率の違い

	直角	水平	平行
炭素同化量	1.09 (100)	1.10 (101)	0.72 (68)

※カッコ内の数値は直角に対する割合 (松島ら1964)

太陽光に対して平行(垂れた葉)だと炭素同化量は少ない



※炭素同化量は群落上に対する割合 (松島ら1964)

図 群落内に位置する葉身の炭素同化率

表 葉身が曲がっている水稻の炭素同化率

	個体		群落	
	直立葉	湾曲葉	直立葉	湾曲葉
炭素同化量	161 (100)	155 (96)	158 (100)	104 (66)

※カッコ内の数値は直立葉に対する割合 (松島ら1964)

葉が垂れた草姿になると、群落中の炭素同化量は減少

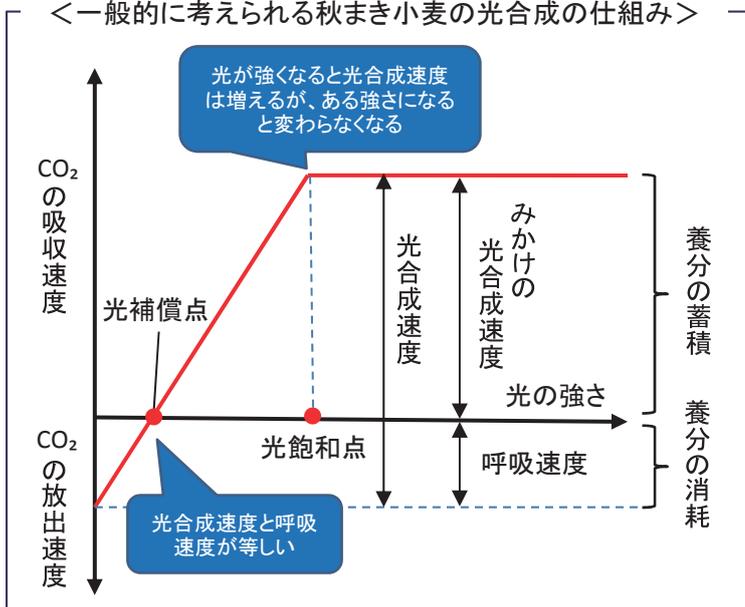
稲作では、50年以上前から光の観点を中心に栽培技術を確立してきたんだね！
良好な受光態勢の確保は、稲作の基本だったんだ！



光の有効利用にむけて、光合成のメカニズムを知る

日中は光合成で養分を蓄積し、夜間(低日照下)は養分を消耗する。
光合成に利用できる光の強さには上限(光飽和点)がある。

<一般的に考えられる秋まき小麦の光合成の仕組み>



秋まき小麦の光飽和点は概ね2.5~3.5万ルクス前後が目安。
(諸説あり)

<一般的な光の強さの目安>

晴天の照度 … 10万ルクス
曇天の照度 … 3~5万ルクス
雨天の照度 … 1~1.5万ルクス

(入江株式会社HPから引用)

つまり、秋まき小麦は曇天で光飽和点に達することになる



でも、曇天日が多い年は細麦になり低収となっている。どうしてだろう？

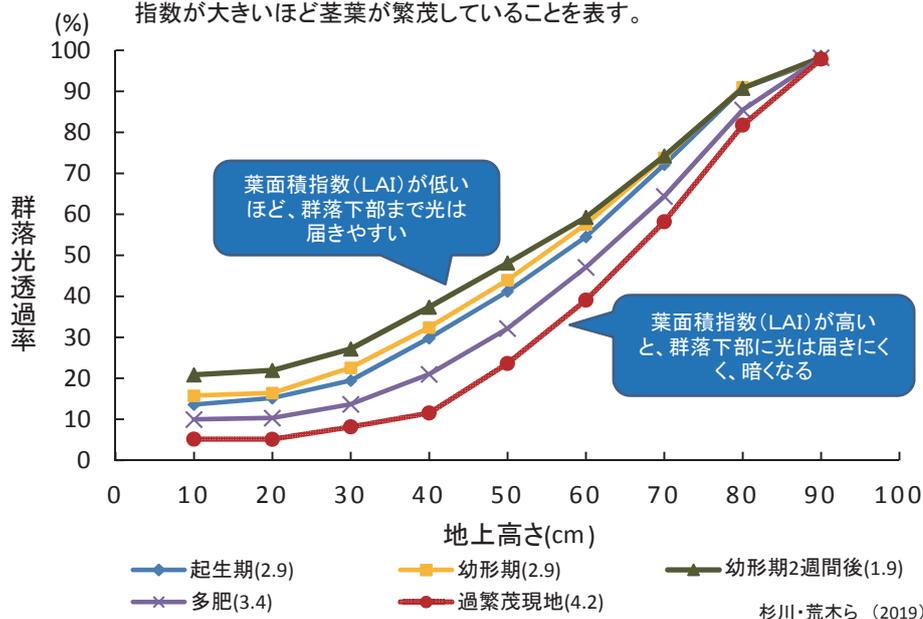


光の有効利用に向けたヒント (群落中の光透過率から考える)

光透過率は群落上部は高く、群落下部は茎葉で光を遮られるため低くなる。
葉面積指数(LAI)が小さくなるほど群落下部の光透過率は高い。
葉面積指数(LAI)は起生期の窒素追肥量が多いと高くなる。

※葉面積指数(LAI)とは？

単位面積当たりの全ての葉の面積を指数化したもの。ここでは、葉の混み具合を表すため上位3葉を指数化した。指数が大きいほど茎葉が繁茂していることを表す。



LAI 2.9



LAI 4.2

凡例は融雪以降の窒素追肥開始時期を示す。過繁茂現地(4.2)は参考値。
カッコ内の数値は葉面積指数(LAI)を示す。

光飽和点と光透過率から算出した有効受光量 (光飽和点を3万ルクスと仮定した場合)

前ページの光飽和点と群落中の光透過率から、群落全体の有効受光量を試算してみる。

(受光量の計算方法)

例えば、LAI 2.9の場合で晴天日(10万ルクス)、地上高90cm位置の光透過率は98%なので(下表から)
 $10\text{万ルクス} \times \text{光透過率}98\% = \text{受光量 } 9.8\text{万ルクス}$

(有効受光量の計算方法)

例えば、上記の条件では受光量は9.8万ルクスあるが、光飽和点は3万ルクスなので、
 $\text{受光量 } 9.8\text{万ルクス} - \text{光合成で利用できる有効受光量 } 3.0\text{万ルクス} = \text{光合成で利用できない光 } 6.8\text{万ルクス}$

たくさん水があっても、コップの容量以上に水は溜まらないのと同じ考えだね



<LAI 2.9の場合>

前ページの
下図から

地上高 (cm)	光透過 率 (%)	10万ルクス (晴天日を想定)		5万ルクス (曇天日を想定)		1万ルクス (雨天日を想定)	
		受光量	有効 受光量	受光量	有効 受光量	受光量	有効 受光量
90	98	9.8	3.0	4.9	3.0	1.0	1.0
80	91	9.1	3.0	4.6	3.0	0.9	0.9
70	74	7.4	3.0	3.7	3.0	0.7	0.7
60	58	5.8	3.0	2.9	2.9	0.6	0.6
50	44	4.4	3.0	2.2	2.2	0.4	0.4
40	32	3.2	3.0	1.6	1.6	0.3	0.3
30	23	2.3	2.3	1.2	1.2	0.2	0.2
20	16	1.6	1.6	0.8	0.8	0.2	0.2
10	16	1.6	1.6	0.8	0.8	0.2	0.2
有効受光量の合計		—	23.5	—	18.5	—	4.5

それぞれの有効受光量を計算するとどうなるのかな？



<LAI 4.2の場合>

地上高 (cm)	光透過 率 (%)	10万ルクス (晴天日を想定)		5万ルクス (曇天日を想定)		1万ルクス (雨天日を想定)	
		受光量	有効 受光量	受光量	有効 受光量	受光量	有効 受光量
90	98	9.8	3.0	4.9	3.0	1.0	1.0
80	82	8.2	3.0	4.1	3.0	0.8	0.8
70	58	5.8	3.0	2.9	2.9	0.6	0.6
60	39	3.9	3.0	2.0	2.0	0.4	0.4
50	24	2.4	2.4	1.2	1.2	0.2	0.2
40	12	1.2	1.2	0.6	0.6	0.1	0.1
30	8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.1	0.1
20	5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.1	0.1
10	5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.1	0.1
有効受光量の合計		—	17.4	—	13.7	—	3.4

なるほど。晴天日のLAI 2.9では40cm以上、LAI 4.2では60cm以上で光飽和点に達することになるんだね



ところで、数値ばかりで何を伝えたいのか分からないよ！



※受光量および有効受光量が3.0(光合成で利用できる有効受光量)を超える部分を で示した。

前ページの試算から何を伝えたいか（分かったこと）

曇天日でも受光態勢の良い草姿をつくり、下位葉まで光が入る条件をつくれれば、晴天日の葉が垂れた小麦（過繁茂）より有効受光量は確保しやすい。

表 LAIの違いによる有効受光量の合計（前ページの合計値を抜粋）

LAI	10万ルクス （晴天日）	5万ルクス （曇天日）	1万ルクス （雨天日）
2.9	23.5	18.5	4.5
4.2	17.4	13.7	3.4

<LAI 4.2の晴天日>



LOSE...



生育量は旺盛で、
穫れそうだったのに...

晴天日で
葉が垂れた小麦

17.4

有効
受光量
≧

<LAI 2.9の曇天日>



WIN!



「天気が悪いから穫れなかった」は言い訳にならないよ！

曇天日で
葉が立った小麦

18.5

細麦になる最大の要因は「受光態勢の悪化」

受光態勢が悪化すると、登熟期間中の有効受光量は少なくなる。これにより、子実肥大が阻害されて千粒重は低下し、細麦になりやすい。

<今回の事例に基づく単純計算>

前述の有効受光量を用いて、登熟日数を42日、そのうち晴天日、曇天日、雨天日をそれぞれ1/3（各14日）と仮定し、登熟期間全体の有効受光量を算出すると...

LAI	登熟期間中の有効受光量				合計比
	10万ルクス （晴天日）	5万ルクス （曇天日）	1万ルクス （雨天日）	合計	
2.9	329	259	63	651	—
4.2	244	192	48	484	0.74

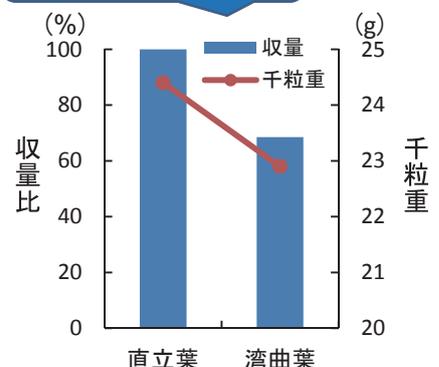
つまり

LAI 4.2はLAI 2.9と比較し、74%の受光量しか得られないので

細麦発生！

例えば、LAI 2.9のほ場で千粒重40gだとしたら
LAI 4.2のほ場の千粒重を単純計算すると $40\text{g} \times 0.74 = 29.6\text{g}$

稲作では、葉が垂れると千粒重は低下することが明らかになっている



※収量比は直立葉に対する割合

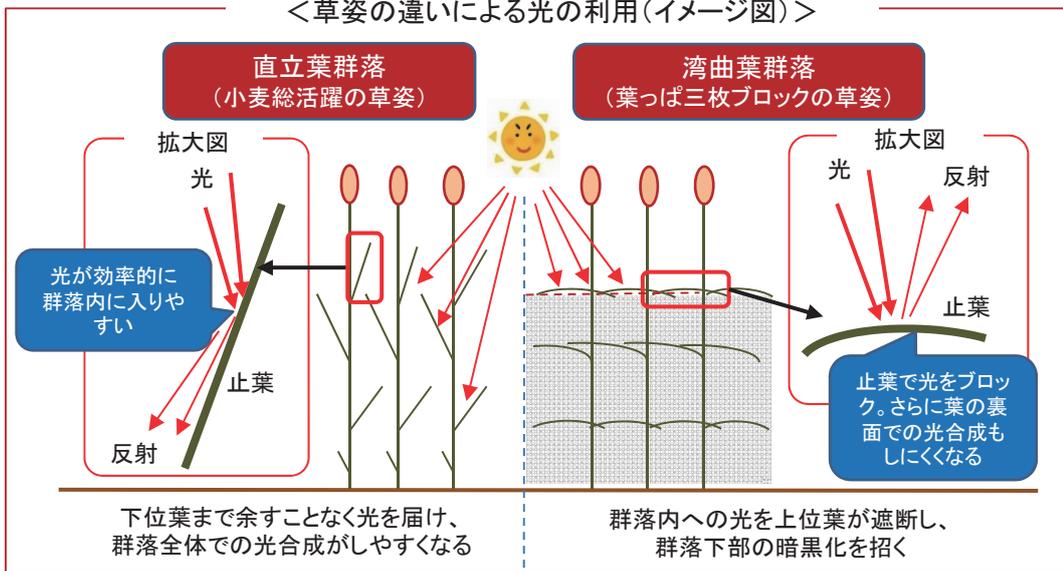
図 直立葉群落と湾曲葉群落の収量と収量構成要素の比較（水稻）

（田中・松島ら1968）

限られた光を無駄にしない草姿（良好な受光態勢）

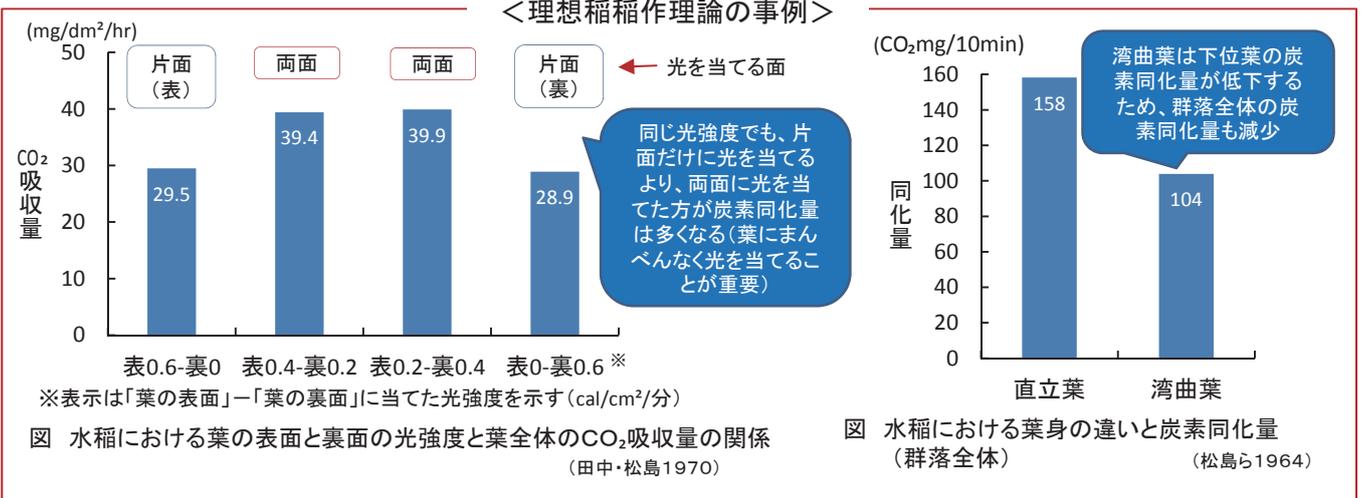
直立葉の草姿をつくることで、光を無駄なく効率的に利用できる。

<草姿の違いによる光の利用(イメージ図)>



自然光は誰でもタダで使えるから、無駄なく使うことで最大の生産コスト削減につながるんですね！

<理想稲作理論の事例>



受光態勢に優れる品種「きたほなみ」

きたほなみは下位葉の光合成能力が高い。葉を立て第2葉以下に光を当てることで品種特性が生きる。

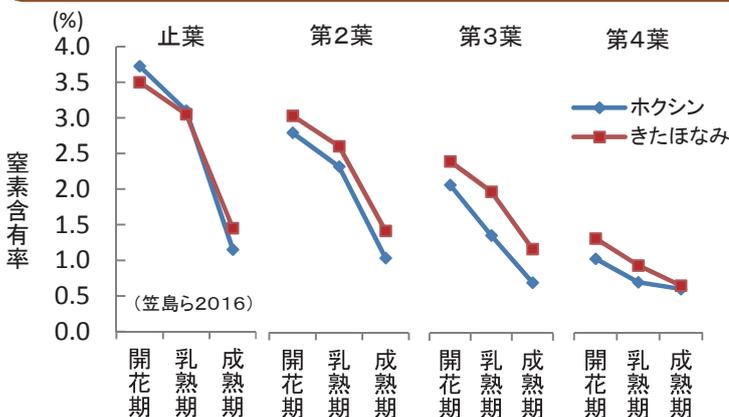


図 葉位別にみた葉の窒素含有率(光合成能力の目安)の推移

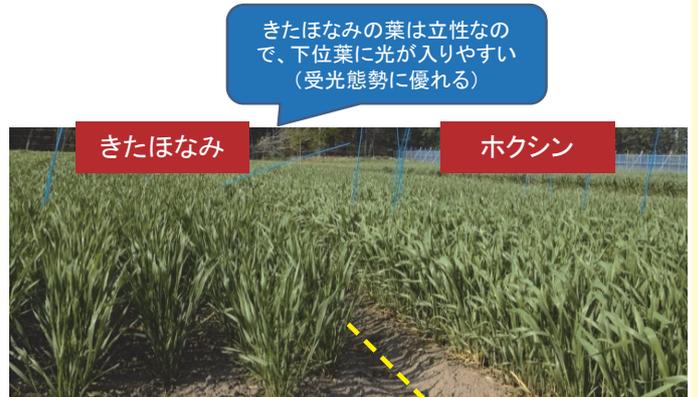


図 きたほなみとホクシンの草姿比較

どれくらいの混み具合が良いのか（十勝管内の事例）

群落内に光が十分入っても、光合成できる葉面積が少な過ぎると光のロスになる。
適度な葉面積を確保し、光を無駄にしないことが重要。

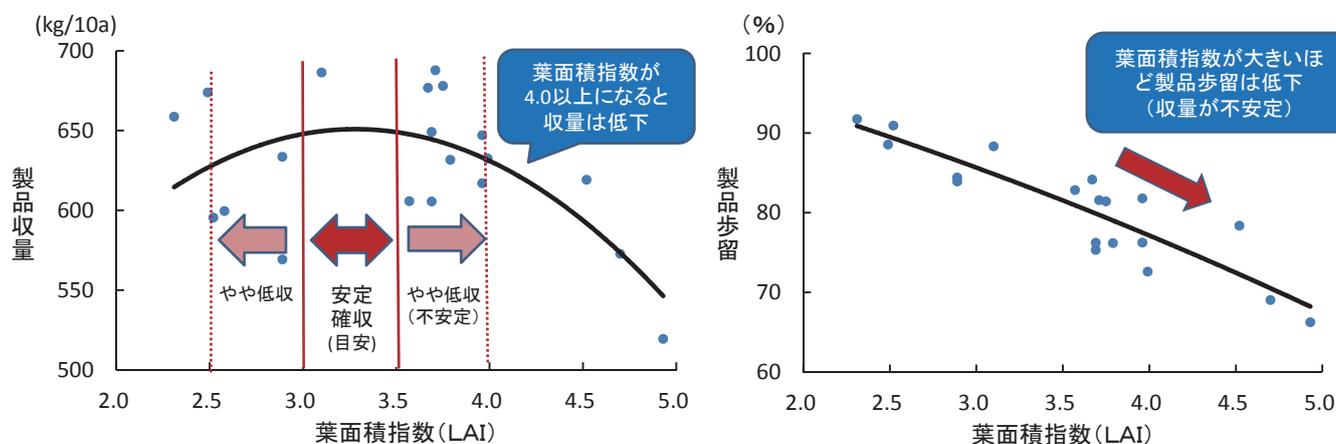


図 平成30年産（十勝管内A町B地区）において安定確収となった生育量（模式図）



葉面積指数 2.5
（穂数460本/m²程度）



葉面積指数 3.2
（穂数550本/m²程度）



葉面積指数 4.2
（穂数640本/m²程度）

「受光態勢の良い小麦」づくりに向けて

秋まき小麦は栽培環境や肥培管理等によって草姿は変わる。気象条件や生育状況に応じ、追肥時期・追肥量を調整しながら、受光態勢を整える管理が肝要。

＜追肥時期による草姿の違い＞



早い（起生期） ← 追肥開始時期 → 遅い（幼穂形成期）

「受光態勢の良い小麦」をつくる最大のポイントは
小麦の草姿から学ぶことにある。

＜栽培環境による止葉の垂れやすさ（目安）＞

栽培環境	条件	止葉の草姿	
		垂れやすい	立ちやすい
地力	高い	○	
	低い		○
土壌凍結	深い	○	
	浅い		○
起生期～幼形期	高温多湿	○	
	高温乾燥		○

執筆者 道農政部生産振興局技術普及課（農業研究本部駐在） 主査（普及指導） 荒木英晴

ホームページでもご覧になれます。一般社団法人 北海道農産協会 <https://Hokkaido-nosan.or.jp>

（2020年5月 小麦No.5）