

普及技術
分類名〔野菜〕

普 2

パプリカ葉面積指数（LAI）の簡易推定法

宮城県農業・園芸総合研究所

要約

果菜類栽培において、適正な葉面積の確保は安定多収を実現するうえで大変重要である。パプリカ葉面積指数（LAI）※の簡易推定法について、その基礎となるパプリカの主枝葉、側枝葉の「葉長および葉幅」「葉枚数」測定値から、主枝あたり葉面積の推定を行い、葉面積指数（LAI）を簡易推定する方法を開発した。本技術を活用し、立毛状態のままパプリカの LAI が簡易推定できる。

※葉面積指数 LAI（Leaf area index）＝面積あたりに存在する葉面積の総和（ m^2/m^2 ）

普及対象：養液栽培によるパプリカ生産経営体、普及指導機関
普及想定地域：県内全域

1 取り上げた理由

パプリカ栽培においては、葉面積管理の一つの指標として、葉面積指数（LAI）が用いられることが多い。LAI で管理する重要性は認識しているものの、生産現場では、計測機器や労力が必要で、葉欠きなどの解体を伴うため、計測されることはなく、勘や経験により判断されている。実用的な精度で LAI が簡易推定できれば、その値に基づいた的確な栽培管理ができるようになる。

今回測定値から、葉面積の総和値及び LAI を実用上問題ない精度で簡易推定できることが明らかにしたので普及技術とする。

2 普及技術

(1) 計測する葉は、葉長 7 cm 以上の葉を 1 節目（最上位展開葉）とし、下に向かって 10 節位の主枝葉 1 枚と、10 節位以下 1 枚（n 節目）の計 2 枚、同じ節位で側枝葉 2 枚、計 4 枚の葉長と葉幅を測定する。葉長と葉幅の測定は図 1 のとおりとする。

(2) 10 節位の葉面積 LA_{10} 、 $LA_{10'}$ と、最上位展開葉から 10 節位までの葉面積の総和は以下の式から算出される。

$$\text{主枝葉葉面積 (} LA_{10} \text{)} = \text{葉長} \times \text{葉幅} \times 0.4365 \text{ (係数 1)}$$

$$\text{イ：主枝葉葉面積の総和} = LA_{10} \times 6.72 \text{ (係数 2)} \text{ (} cm^2 \text{)}$$

$$\text{側枝葉葉面積 (} LA_{10'} \text{)} = \text{葉長} \times \text{葉幅} \times 0.4365 \text{ (係数 1)}$$

$$\text{ロ：側枝葉葉面積の総和} = LA_{10'} \times 5.93 \text{ (係数 3)} \text{ (} cm^2 \text{)}$$

(3) 10 節位以下 n 節位の葉面積 LA_n 、 LA_n' と、10 節位から n 節位までの葉面積の総和は以下の式から算出される。

$$\text{主枝葉葉面積 (} LA_n \text{)} = \text{葉長} \times \text{葉幅} \times 0.4365 \text{ (係数 1)}$$

$$\text{ハ：主枝葉葉面積の総和} = (LA_{10} + LA_n) / 2 \times \text{(葉枚数)} \text{ (} cm^2 \text{)}$$

$$\text{側枝葉葉面積 (} LA_n' \text{)} = \text{葉長} \times \text{葉幅} \times 0.4365 \text{ (係数 1)}$$

$$\text{ニ：側枝葉葉面積の総和} = (LA_{10'} + LA_n') / 2 \times \text{(葉枚数)} \text{ (} cm^2 \text{)}$$

※ n は節位を表し、10 以上～20 節位以下とする。

(4) 上記の葉面積の総和に、主枝密度等を乗じることで、推定 LAI を算出することができる。

$$\text{「葉面積総和」} = (\text{イ} + \text{ロ} + \text{ハ} + \text{ニ})、\text{主枝密度 (本} / m^2 \text{)}$$

$$\text{推定 LAI (} m^2 / m^2 \text{)} = \text{葉面積総和} \times \text{主枝密度} / 10,000$$

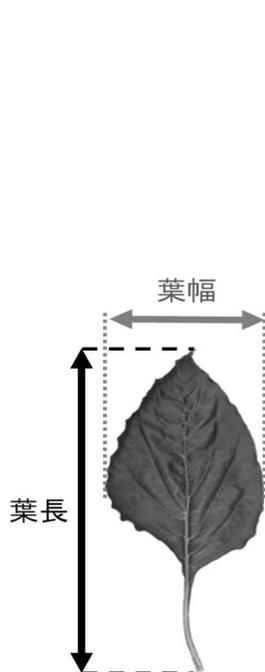


図1 葉長および葉幅の計測部位

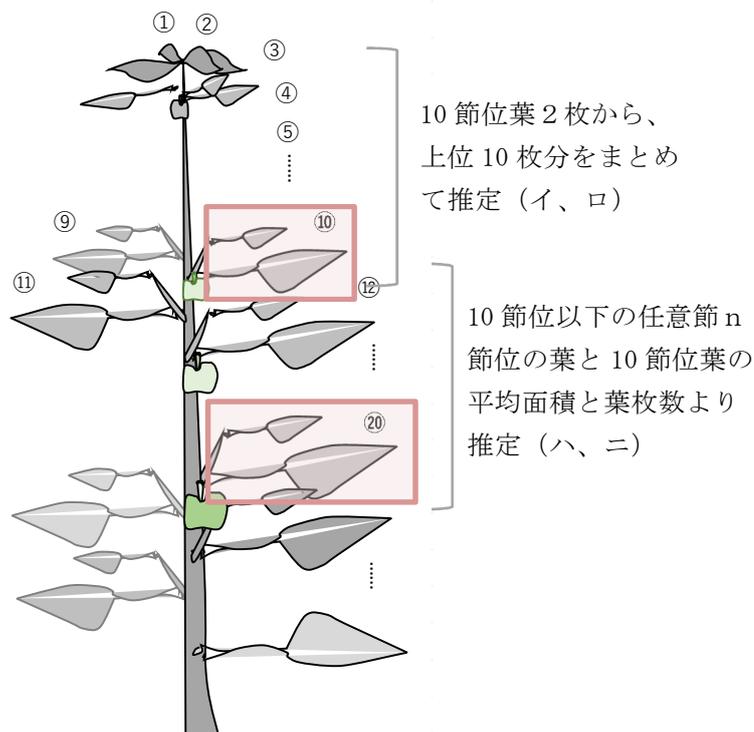


図2 測定部位

- (5) 測定値から容易に計算できるように、簡易推定シートを作成した。
 ①各葉位の葉長と葉幅、②10節目以下推定節位までの葉枚数、③主枝密度の3種のデータを入力することで、容易に推定LAIを算出できる(図3)。
- (6) LAIの簡易推定は、品種、栽培様式、年次、栽培培地によらず、同様の方法で推定することができる(図4、図5)。

3 利活用の留意点

- (1) 本方法は3本仕立て側枝1節摘芯仕立て栽培における推定方法である。
 (2) 計算に用いた係数1~3は以下の参考データに基づき、これまでの試験で明らかにされたものである。
 係数1 : 0.4365 図4 近似式より (令和3年度)
 係数2 : $a = 6.72$ 図6 主枝葉面積近似曲線より (令和3年度)
 係数3 : $b = 5.93$ 図6 側枝葉面積近似曲線より (令和3年度)
- (3) パプリカLAI簡易推定シートは表計算ソフトExcel2016で作成している(図3)。
 (4) 個葉面積(図7)及び推定LAI(図8)は、実用的な精度で推定可能である。
 (5) 本推定法はフェンロー型ハウスでのハイワイヤー栽培から得られたデータに基づいている。
 (問い合わせ先: 宮城県農業・園芸総合研究所 野菜部 電話 022-383-8135)

パプリカLAI簡易推定シート（Ver.1.0）

作成：宮城県農業・園芸総合研究所

圃場名 ○○圃場 20XX年○○月○○日

品種 _____

主枝密度 7.5 本/m² ※葉長7cm程度の葉を1枚目としてカウントする。
（主枝本数）

主枝葉		例	1株目	2株目	3株目	4株目	5株目	6株目	7株目	8株目	9株目	10株目	平均
主枝葉枚数			20	20	20	20	20	20					20.0
10枚目	葉長 (cm)	30.6	29.5	29.6	32.1	27.3	34.6						30.6
	葉幅 (cm)	10.8	13.6	11.4	13.4	11.3	12.4						12.4
n節目	葉長 (cm)	33.6	36.7	30.8	34.2	34.4	31.2						33.5
	葉幅 (cm)	13	14	12.4	14.1	13.5	12.8						13.4

側枝葉		例	1株目	2株目	3株目	4株目	5株目	6株目	7株目	8株目	9株目	10株目	平均
側枝葉枚数			17	19	19	18	17						18.0
10枚目	葉長 (cm)	25	24.1	26.2	24	26.2	27.5						25.6
	葉幅 (cm)	8.2	10.5	10	9.6	9.7	10						10.0
n節目	葉長 (cm)	30.4	28.5	23.7	27.1	27.5	25.6						26.5
	葉幅 (cm)	12.8	12.5	9.4	11.4	10.8	11						11.0

推定LAI LAI= 3.4 m²/m²

備考： 病害が発生し、多めに葉欠きを行った。

図3 パプリカLAI簡易推定シート（令和4年度）

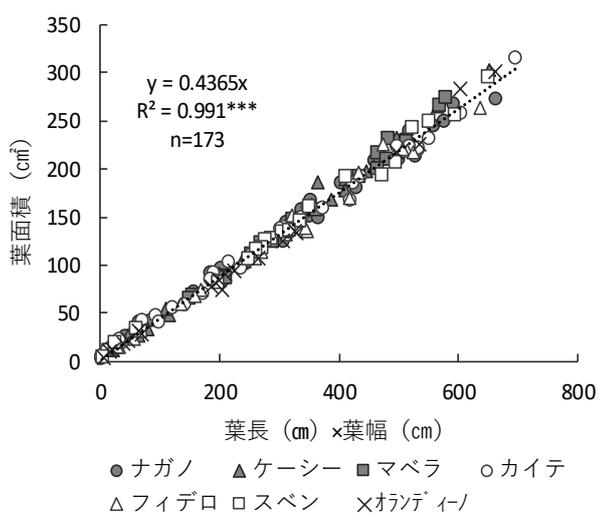
4 背景となった主要な試験研究の概要

（1）試験研究課題名及び研究期間

- イ 高軒高ハウスを活用した果菜類の高収益生産技術の確立（令和元年～令和2年度）
- ロ 高軒高ハウスを活用した果菜類の長期多段どり夏越し栽培技術の開発（令和3年～令和5年度）

（2）参考データ

- イ 品種、年次によらず「葉長×葉幅」と「葉面積」は高い相関関係を示す



検証イ：10、20節位より4葉からの推定値
 検証ロ：10、15、20節位より6葉からの推定値
 所内パイプハウス：宮城型養液栽培
 培地：ヤシガラ、定植期：令和2年12月17日
 栽植密度：株間40cm×条間150cm
 (1,450株/10a)
 葉面積調査：令和3年5月21日～6月7日
 試験区：6株×3区

***は0.1%水準で有意。

葉面積は葉面積計LI-3100Cで計測。
 回帰直線は全品種によるもの。

図4 「葉長×葉幅」と葉面積〔7品種〕（令和元年度、令和2年度）

普及技術2 パプリカ葉面積指数 (LAI) の簡易推定法

ロ 異なる栽培様式、培地でも推定誤差 (RMSE) は小さく、推定精度は高い

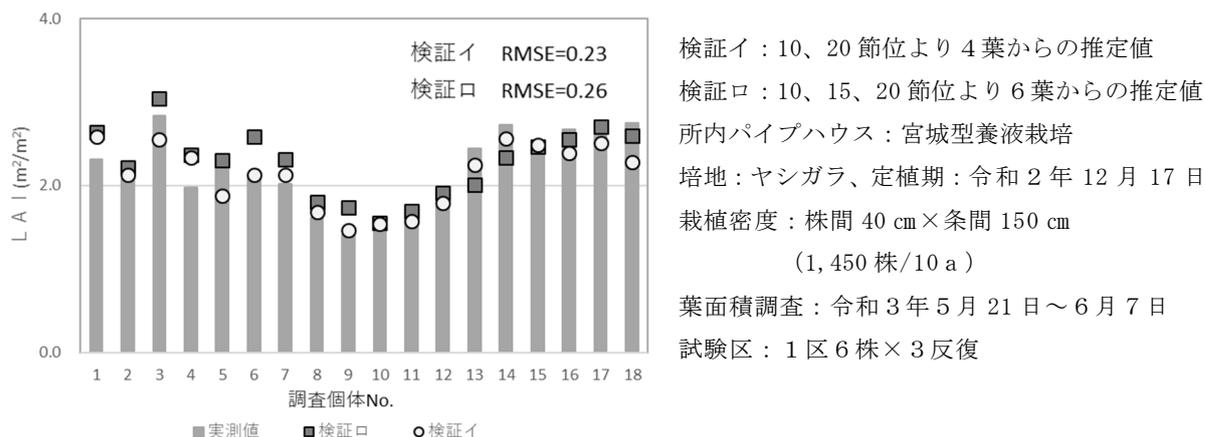


図5 宮城型養液栽培 (ヤシガラ培地) での検証 (令和4年度)

ハ 葉の生長は概ね10節位でほぼ停止し、ロジスティック曲線にそれぞれ有意に回帰する

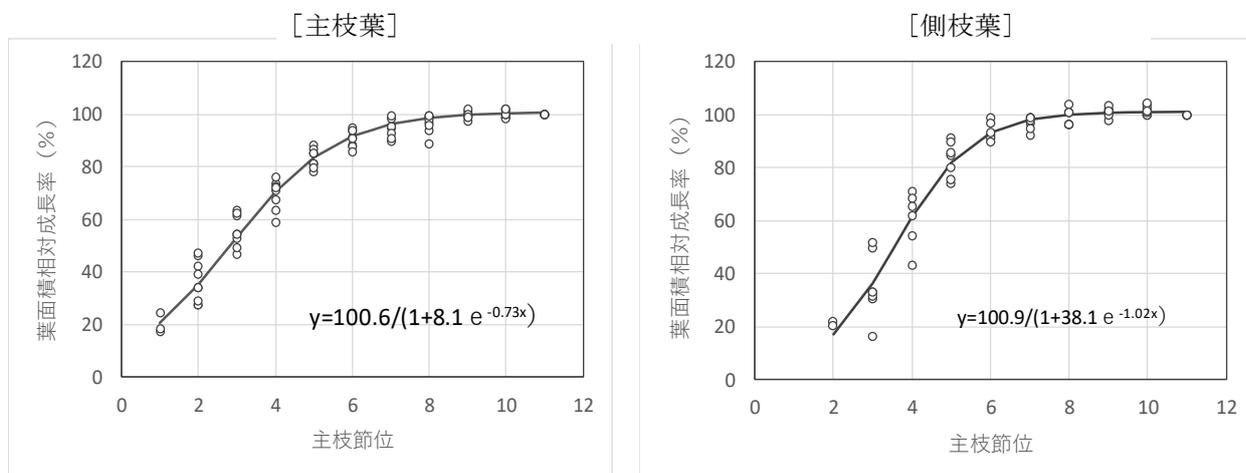


図6 葉面積相対成長率 (主枝葉、側枝葉) [ナガノ] (令和3年度)

葉面積成長率は簡易推定法による葉面積推定値によるもので、主枝11節位を基準とした比率。
調査葉数は5葉。1節位から11節位まで概ね2～3日間隔で葉長、葉幅を調査。
主枝節位は最上位展開葉を第1節とし、葉長7cm以上を展開葉として計測。

所内高軒高ハウス 栽植密度：株間25cm×条間150cm (2,666株/10a) 播種期：令和2年10月27日
定植期：令和2年12月17日 葉面積調査：令和2年3月3日～5月13日

上記の各回帰曲線より、以下の式から10節位までの葉面積を推定できる

$$10 \text{ 節位までの葉面積} = \{ a(LA_{10}) + b(LA_{10}') \}$$

LA_{10} は第10節の主枝葉の推定値

$$a = \sum_{x=1}^{10} (0.0077x^2 + 0.1768x - 0.0035) = 6.72$$

LA_{10}' は第10節の側枝葉の推定値

$$b = \sum_{x=1}^{10} (0.007x^2 + 0.1789x - 0.1214) = 5.93$$

ニ 10 節位以下個葉面積の推定値と実測値も同様、有意に回帰する

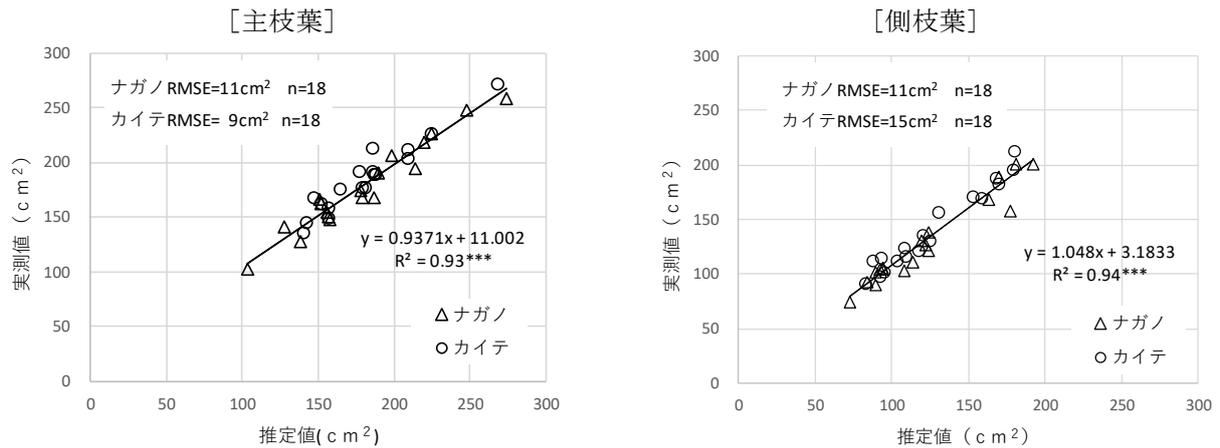


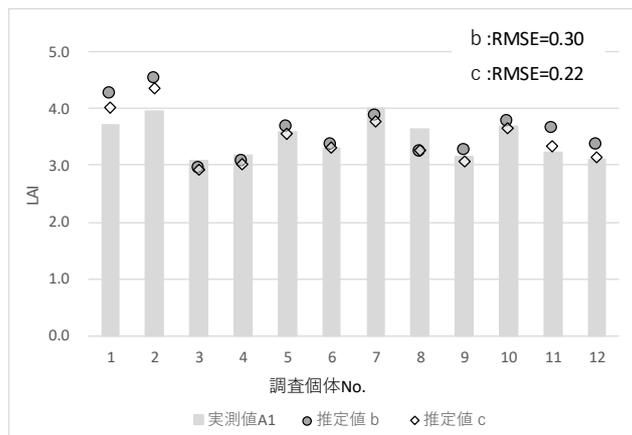
図7 10 節位以下の個葉面積の推定値と実測値（主枝葉、側枝葉）[ナガノ、カイト]（令和4年度）

***は0.1%水準で有意。回帰直線はナガノ、カイトによる

ナガノ：10、20 節位より4葉から推定
 カイト：10、20 節位より4葉から推定
 所内高軒高ハウス、培地：ロックウール
 定植期：令和4年1月12日

栽植密度：株間25cm×条間150cm
 (2,666株/10a)
 葉面積調査：令和4年6月29日～7月2日
 調査株数：各品種18株

ホ 葉面積の総和から求めた推定 LAI と実測値間の推定誤差は小さく、実用的な精度で活用できる



推定値 b：10、20 節位より4葉から推定
 推定値 c：10、15、20 節位より6葉から推定
 所内高軒高ハウス、培地：ロックウール
 定植期：令和4年1月12日
 栽植密度：株間25cm×条間150cm
 (2,666株/10a)
 葉面積調査：令和4年6月29日～7月2日
 調査株数：12株

図8 上位20 節位までの LAI の推定値と実測値(令和4年度)

(3) 発表論文等

イ 関連する普及に移す技術

トマトの葉面積指数 (LAI) の簡易推定法 (第96号普及技術)

ロ その他

神崎正明・金子壮 (2021)、カラーピーマン (パプリカ) 個葉面積の簡易推定、東北農業研究74号、P109-110

(4) 共同研究機関

なし