

ノンパラメトリックDVR法によるレタス収穫期予測

誌名	長野県野菜花き試験場報告
ISSN	02861321
著者名	小松,和彦 小澤,智美 元木,悟 塚田,元尚
発行元	長野県野菜花き試験場
巻/号	12号
巻号補足	
掲載ページ	p. 1-4
発行年月	2006年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ノンパラメトリック DVR 法によるレタス収穫期予測

小松和彦・小澤智美・元木悟・塚田元尚

Prediction of Harvest Time of Lettuce by Nonparametric DVR Method

Kazuhiko Komatsu, Tomomi Ozawa, Satoru Motoki and Motohisa Tsukada

Summary

It is important for the stable lettuce production to predict the exact harvest time. We examined the relation between the lettuce growth and the day average temperature, and predicted the harvest time of lettuce by the nonparametric DVR (Developmental rate) method. The nonparametric DVR method gave more precise information than the integrating effective temperature method. The DVR patterns of cultivars used in this study differed each other, and the DVR in spring cropping differed from that in summer to autumn cropping. Using the data on the growth in different cropping seasons over three years, the prediction system for the lettuce harvest time by the nonparametric DVR method could be more reliable.

キーワード： ノンパラメトリック DVR 法, レタス, 収穫期予測

結 言

レタスは長野県野菜の最大品目であり、全国の生産量の 1/3 を占めている。しかし、レタスなどの露地野菜の生育は気温や降水量等気象条件に左右されやすく、収穫適期幅も 2～3 日間と短いため、収穫遅れによる過熟化等品質低下や収穫作業の集中による過重労働が問題となり、安定した生産を行うためにレタスの収穫期を的確に予測することが重要となっている。

農作物の生育・成熟期の予測には生育期間中の平均気温を用いた有効積算温度法や重回帰式を用いた手法の報告がある(星野ら, 1985; 星野, 1987; 森本・藤井, 1997; 馬場ら, 2000)。一方、ノンパラメトリック回帰を応用し気象データと发育ステージとの関係を推定する「ノンパラメトリック DVR 法」が開発され、様々な品目において予測の有効性が報告されている(竹澤ら, 1989; 田村, 1989; 久米・竹澤, 1994; 武田ら, 1998)。

本研究では、レタスの生育予測システムの開発のため、ほ場での定植期移動試験により得られたデータと試験期間中の日平均気温との関係を調査し、ノンパラメトリック DVR 法によるレタス収穫期予測について検討した。

材料および方法

場内圃場において 1998 年から 2000 年までの 3 年間、作期移動試験を行い(春作は 3 月下旬から 5 月中旬にかけて、夏秋作は 8 月中旬から 9 月中旬にかけて時期をずらして定植し、それぞれの収穫期を調査)データを得た。

得られたデータと生育期間中の日平均気温をもとに農林水産省北陸農業試験場にて作成されたプログラム「NONPARA」(竹澤ら, 1988)を用いて 1 次元ノンパラメトリック DVR 法の計算を行い、DVR を求めた。DVR とは、Developmental rate の略であり、それぞれの日値平均気温における作物の一日の生育速度である。ここでは堀江らにより提案された概念(堀江ら, 1986)をもとに、レタスの生育ステージについて定植日が 0 で、収穫期に 1 に達するような連続的に変化する関数を发育指数(Developmental Index, DVI)とし、DVI は毎日の生育速度の積算値となると仮定した。

1998 年度栽培耕種概要

春作には「ステディ」を供試して 3 月 13 日～4 月 28 日の間、12 回は種し、4 月 13 日～5 月 21 日の間、3～4 日間隔で 12 回定植した。夏秋作は「シナノサマー」を供試して 7 月 27 日～8 月 18 日の間、10 回は種し、8 月 10 日～9 月 10 日の間、10 回定植した。両作期とも 200 セルトレイを用いて育苗した。本圃施肥量は N, P₂O₅,

K₂O 各 0.7kg/a, うね幅 50cm, 株間 30cm とし、春作はシルバーストライプ黒フィルム高畦全面マルチ、夏秋作は白黒ダブルフィルム高畦全面マルチにより栽培した。

1999 年度栽培耕種概要

春作では、「ステディ」、「ララポート」、「サマーランド」、「Vレタス」、「オリンピア」、「極早生シスコ」を供試して 2 月 26 日～5 月 1 日の間、順次は種し、3 月 25 日～5 月 20 日の間、3～7 日間隔で 12 回定植した。夏作では「シナノサマー」、「ララポート」、「Vレタス」、

‘オリンピア’、‘シャトー’、‘パトリオット’を供試して、7月23日～8月26日の間、順次は種し、8月10日～9月10日の間、3～4日間隔で10回定植した。その他は1998年度に準じた。

2000年度栽培耕種概要

‘ステディ’を供試して、2月25日～4月27日の間、順次は種し、3月28日～5月17日の間、3～6日間隔で11回定植した。畦幅45cm、株間27cmとし、その他は1998年度に準じた。

試験1 1998年度データをもとにノンパラメトリックDVR法と有効積算温度法との予測精度を比較した。ノンパラメトリックDVR法における平滑化係数（スミージングパラメータ：以下 λ ）は、Cross-validation法を用いて予測誤差の標準偏差を最小とする係数を採用した。

試験2 1999年度データをもとに県内で栽培されている主な品種について、春作（上昇気温期）と夏秋作（下降気温期）において、DVRを求めた。 λ については試験1に準じた。

試験3 ‘ステディ’について、3カ年のデータをもとに解析した。1998年と1999年の試験データを用い、DVR曲線を求めた。 λ については試験1に準じた。得られたDVR曲線より、2000年に行った作期移動試験データについて予測を行った。 λ については、任意とした。

結果および考察

試験1 春作では‘ステディ’のDVRは温度が上がるにつれ値も大きくなり、19℃をピークとしてそれ以上の高温では値は徐々に小さくなった（表1、図1）。定植から収穫までの有効積算温度は752℃と推定された（表2）。ノンパラメトリックDVR法で予測した推定値と実測値との差の標準偏差は1.49となり、有効積算温度法の推定値と実測値との差の標準偏差は1.62となった（表3）。夏秋作の‘シナノサマー’のDVRは、温度が上がるにつれ値がほぼ一定の割合で徐々に大きくなり、28℃までにはピークにならなかった（表1、図1）。定植から収穫までの有効積算温度は934℃と推定された（表2）。ノンパラメトリックDVR法で予測した推定値と実測値との差の標準偏差は1.48となり、有効積算温度法の推定値と実測値との差の標準偏差は1.80となった。

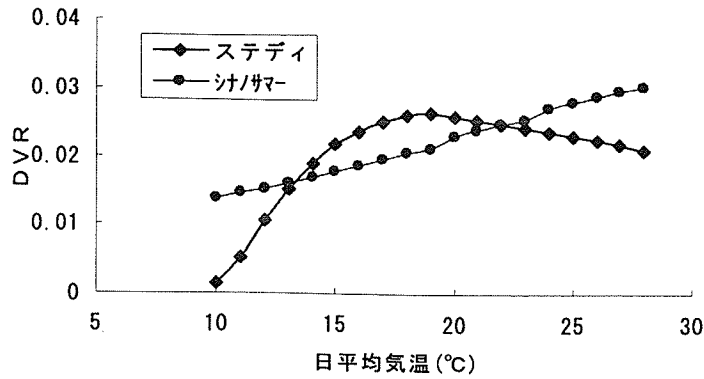
以上の結果、ノンパラメトリックDVR法は有効積算温度法より予測精度が高いと思われた。

試験2 春作については各品種で異なるDVRを示した。いずれの品種も10℃から25℃の範囲では概ね18～19℃を頂点とする凸型を示した。凸の上部にあたる温度域がその品種の生育適温と考えられる。‘ステディ’では0℃～10℃、‘ララポート’では‘0℃～6℃の範囲で減少する値となったが、通常このようなことは考え

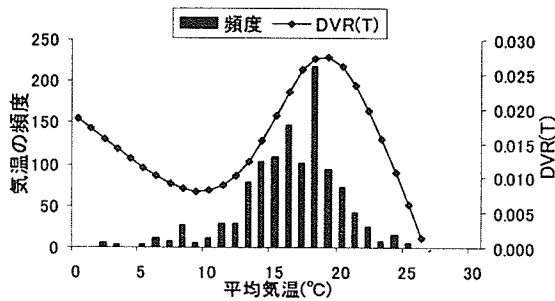
にくい。これは低温域の供試データ数が少ないことにより「NONPARA」での予測に誤差が生じたと推測される。

また、‘ステディ’、‘サマーランド’、‘極早生シスコ’、‘オリンピア’が20℃以上で急激に値が減少するのに対し、‘ララポート’、‘Vレタス’は減少率が少なく、生育適温域が広いものと推測された。夏播き作型については、8月中の異常高温により、‘シナノサマー’、‘Vレタス’、‘ララポート’で抽台が発生し、データ数が確保できなかった。‘オリンピア’、‘シャトー’、‘パトリオット’は値は異なるが、右肩上がりのほぼ直線的に増加する傾向を示した。この結果は、気温が高いほどこれらの品種は生育が進むことを示唆するが、30℃以上の高温では通常生育抑制が生ずることから、春作における低温域と同様、高温域での供試データ数が少ないことによる誤差と考えられる。両作型ともに供試した‘オリンピア’については、春作と夏秋作では異なる値を示し、データを共有してDVRを求めると「W」字状となり、生理生態的に説明しにくい結果となった。これらより、春作（上昇気温期）と夏秋作（下降気温期）では、レタスの生育の進み方は異なることが推測された。

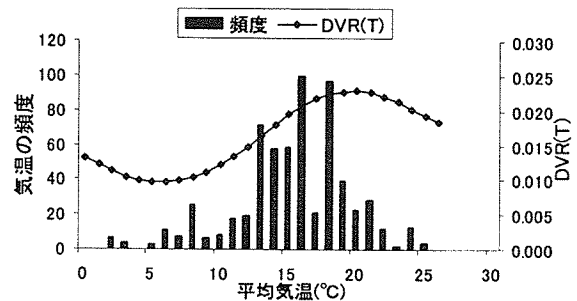
試験3 他の予測法と同様にノンパラメトリックDVR法も供試されるデータ数が多いほど予測精度が上がるということが認められている。Cross-Validation法により λ を100とし、3カ年のデータをまとめて解析すると、得られたDVRはM字状を示し、頻度の少ない低温域と高温域を省くとしても生理生態上説明しにくい結果となった。そこで、1998年と1999年のデータを基に任意の λ を設定してノンパラメトリックDVR法による解析を行い、各々のDVR曲線を得た。このうち λ を100に設定し、ノンパラメトリックDVRによって予想した収穫適期と実測値の差の標準偏差が最も小さくなった。得られたDVR曲線に2000年の気象データを当てはめ、2000年の11回分の作期移動試験データの実測値との差を比較検討したところ、全体的に実測値よりも遅い収穫期を予測した。特に、より低温期の作期において予測誤差が大きくなる傾向であった。予測誤差の標準偏差が小さくなるような λ として、10000と100000を選択し、3カ年のデータについてノンパラメトリックDVR解析を行うと、 $\lambda=10000$ の方が予測誤差が小さくなり、予測値と実測値の標準偏差が2.47日になるDVR曲線が得られた。このDVR曲線は20℃を頂点とする凸型を示し、この上部がレタスの生育適温域と考えられ、生理生態面からも説明しやすい形状となった。ただし、10℃以下の低温域と23℃以上の高温域についてはデータ頻度が少ないため、さらに検討が必要である。3カ年程度の作期移動試験データを用いてノンパラメトリックDVR法により予測を行う場合、同じ年の作期移動試験はそれぞれ似通った条件下での試験結果であるので、各は種期のデータを独立したものとするCross-Validation法で λ を求めるべきでなく、



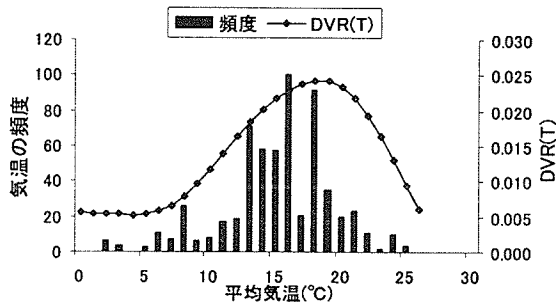
第1図 DVR(1998年データ)



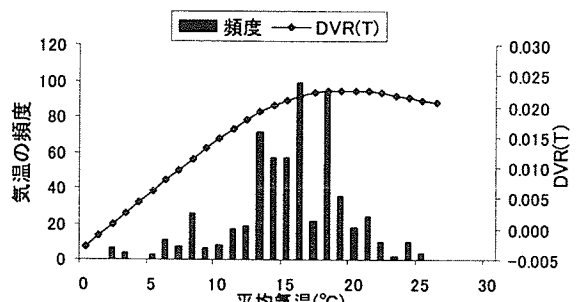
第2図 ステディのDVR(1998,1999年データ)



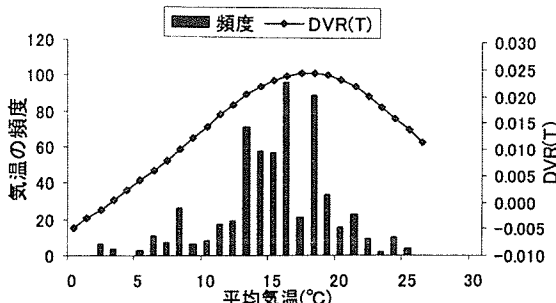
第3図 ララポートのDVR(1999年データ)



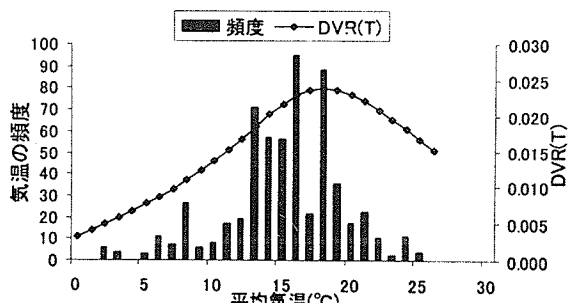
第4図 サマーレンドのDVR(1999年データ)



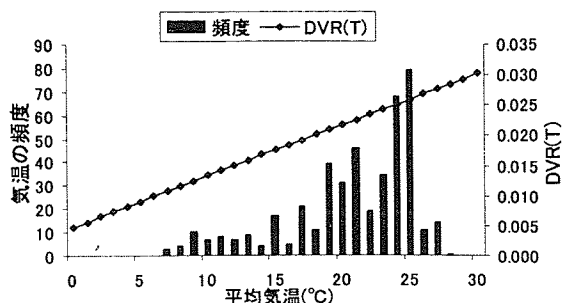
第5図 VレタスのDVR(1999年データ)



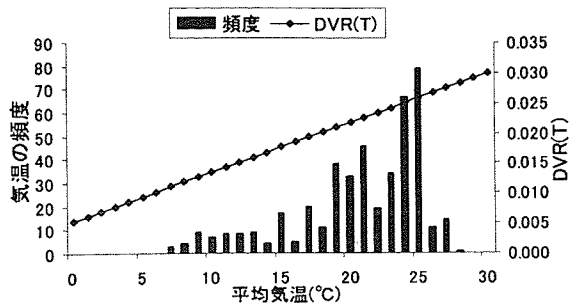
第6図 極早生シスコのDVR(1999年データ)



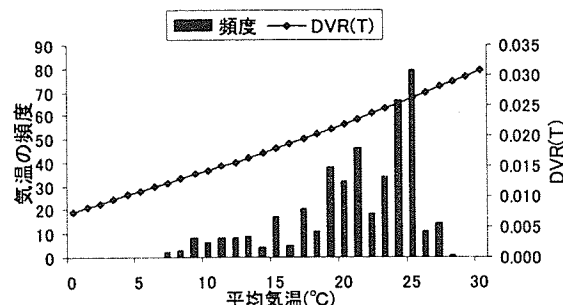
第7図 オリンピアのDVR(1999年春作データ)



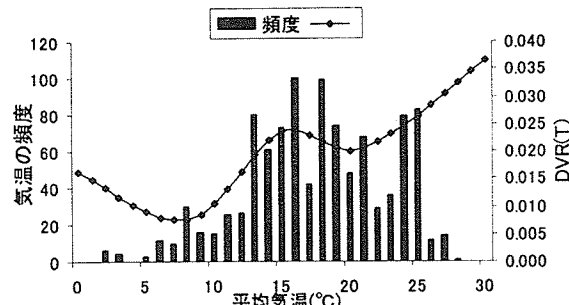
第8図 オリビアのDVR(1999年夏秋作データ)



第9図 シャトーのDVR(1999年データ)



第10図 パトリオットのDVR(1999年データ)



第11図 オリビアのDVR(2000年データ2作型)

1年分のデータを1つのデータとして扱って、まず2カ年のデータに任意の λ を設定してDVR曲線を求め、それを利用して他の1年のデータの予測を行い、3カ年データについて最適な λ を設定して全データに対するDVR曲線を求める方法が適していた。作期移動試験データよりノンパラメトリックDVR法を用いて予測を行う場合には、3カ年程度のデータを基にするとより精度が高まると考えられた。

摘 要

レタスの収穫期予測についてノンパラメトリックDVR法を用いて検討した。

1. ノンパラメトリックDVR法による予測は有効積算温度法より精度が高かった。
2. 春作（上昇気温期）及び夏秋作（下降気温期）において、各品種ごとに異なるDVRが認められ、同一品種でも作期により異なる値を示した。
3. 作期移動試験データよりノンパラメトリックDVR法を用いて予測を行う場合には、3カ年程度のデータを基にすると予測精度が高まると考えられた。

謝 辞 本研究を進めるにあたり、ご指導、ご鞭撻を賜りました。独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構中央農業総合研究センター農業情報研究部営農情報システム研究室竹澤邦夫主任研究官及び野菜茶業研究所作型開発研究室岡田邦彦室長に謹んで感謝申し上げます。

引用文献

- 馬場孝幸・小野田剛・江口洋. 2000. 平均気温を利用したブロッコリーの簡易な収穫期予測. 九州農業研究: 204
- 堀江武・中川博視・吉良知彦. 1986. イネの発育過程のモデル化と予測に関する研究 (1) 発育過程の気象的予測モデルについて. 日作紀. 55(別1): 214-215.
- 星野和生. 1987. 野菜気象生態反応の解析による収量推計モデルの作成とパソコンによる簡易推計法の開発. 野菜茶試研報 A1: 77-118
- 星野和生・吉川雅夫・野口正樹. 1985. 露地野菜の収穫期予測法. 農業及び園芸 60: 803-805
- 久米信夫・竹澤邦夫. 1994. ノンパラメトリックDVR法による一番茶の萌芽期予測. 農業気象 50: 221-224
- 森本康史・藤井信一郎. 1997. ラッキョウの収量予測式. 平成8年度近畿中国農業研究成果情報: 227-228
- 岡田邦彦. 1996. 現地調査データに基づく生育予測技術の開発. 野菜供給安定基金
- 武田悟・小野寺徹・加賀屋博行. 1998. キャベツのDVRによる収穫期予測. 平成9年度 研究成果情報 (東北農業): 197-198
- 竹澤邦夫・田村良文・小野祐幸. 1989. 作物の発育ステージのノンパラメトリック推定の有効性. 農業気象 45: 151-154.
- 田村良文. 1989. 作物の新しい発育ステージ予測法. 農業及び園芸 64: 1043-1048.