

## テンサイにおけるレフ・ブリックスからの根中糖分の推定 (2)

|       |  |
|-------|--|
| 誌名    | てん菜研究会報 = Proceedings of the Sugar Beet Research Association |
| ISSN  | 09121048   |
| 著者    | 三分一, 敬<br>松崎, 康範<br>吉田, 俊幸                                   |
| 巻/号   | 26号  |
| 掲載ページ | p. 129-134   |
| 発行年月  | 1986年3月  |

## テンサイにおけるレフ・ブリックスからの根中糖分の推定

### 2. 品種および栽培条件による差異

三分一 敬\*・松崎康範\*・吉田俊幸\*\*

( \*北海道立十勝農業試験場・\*\*北海道立北見農業試験場 )

#### 1. はじめに

テンサイ収穫根におけるレフ・ブリックス(以後ブリックスとする)と糖分との間には高い正の相関があり、かつその関係は一次的であるので、田辺ら<sup>2)</sup>は昭和50年の北海道における495点の農家標本を用いて、ブリックス( $x$ )と糖分( $y$ )との関係は相関係数が0.979で、直線回帰式は $y = 0.93x - 1.98$ であったと報告している。

本報告は各種の品種および栽培試験の標本を用いて、ブリックスからの糖分推定における品種および栽培条件による差異を検討し、さらに農家標本に対し $y = 0.93x - 1.98$ を適用した場合の推定糖分と冷水浸出法による糖分との較差がどの程度の大きさになるかを明らかにし、ブリックスからの推定糖分をテンサイの糖分取引制度における原料の糖分測定に適用すると想定した場合の問題点について論議を加えたものである。

#### 2. 材料および方法

供試材料は第1表に示したように昭和56年から58年の間に北海道立十勝農業試験場が実施したテンサイ圃場試験と農家圃場から採取した標本である。ブリックスおよび糖分の測定は区単位で行い、そ

第1表 供試材料

| 試験名            | 材料および処理*            | 反復  |
|----------------|---------------------|-----|
| 1. 系統適応性検定試験   | 品種5                 | 4   |
| 2. 現地検定試験      | 品種5, 場所5            | 2~3 |
| 3. 品種生態と栽培条件   | 品種5, N2, 栽培密度2, 場所4 | 4   |
| 4. 増収記録会(農家標本) | —                   | —   |

注 1) \*本試験に供したもののみを示した。

の手順は、まず1標本当り約20~40kgを洗滌した後、ソーマシンの約500gのブライを採取し、攪拌した後、約40gを用いて搾汁液をつくり、ブリックスを測定し、約25gを用いて冷水浸出法により糖分を測定した。ブリックスおよび糖分の測定はいずれも1標本から2回ずつ行い、ブリックスおよび糖分ともに2回の差が0.2%以上を示した場合は同一ブライから再測定を行った。ブリックスおよび糖分測定に使用した機種は第2表のとおりである。

第2表 ブリックスおよび糖分測定に使用した機種

| 昭和, 年 | ブリックス(屈折計) | 糖 分(旋光計)    |
|-------|------------|-------------|
| 56    | アタゴDBX-50  | 柳本 OR-50S   |
| 57    | アタゴRX-1    | 柳本 OR-50S   |
| 58    | アタゴDBX-50  | Union PM-20 |

#### 5. 結 果

テンサイ収穫根におけるブリックスと糖分との関係が品種の間にどのような差異があるかを明らかにするために、まず昭和56年~58年の系統適応性検定試験および現地検定試験の結果から、ブリックス( $x$ )と糖分( $y$ )の関連を示す各種のパラメータを品種別に求め第3表に示した。

各品種の回帰式からブリックスの平均( $\bar{x}$ )に近い $x = 20$ における推定糖分( $y$ )を求めると、「モノヒカリ」でもっとも高く、「ハイラーベ」でもっとも低くなり、その差は0.46であった。個々の品種の区ごとのブリックス値を $y = 0.93x - 1.98$ <sup>2)</sup>に代入して求めた推定糖分と冷水浸出法によって求めた糖分(以後SLD糖分とする)との較差( $d =$ 推定糖分-SLD糖分)の平均 $\bar{d}$ は「モノヒカリ」でもっとも低く、「ハイラーベ」でもっとも高くなり、その差は0.35であった。

第4表は昭和56年および57年の品種生態と栽

第3表 品種別に求めたブリックス(x)と糖分(y)の関係 その1

| 品 種      | $\bar{x}$ | $\bar{y}$ | $S^2_x$ | $S^2_y$ | $r_{xy}$ | 回 帰 式          | $y (x=20)$ | $d$   |
|----------|-----------|-----------|---------|---------|----------|----------------|------------|-------|
| 1. モノミドリ | 19.82     | 16.47     | 2.0813  | 1.5932  | 0.97     | $y=0.85x-0.28$ | 16.72      | -0.02 |
| 2. モノヒル  | 18.96     | 15.72     | 2.5716  | 2.1353  | 0.97     | $0.88x-1.03$   | 16.57      | -0.07 |
| 3. ハイラーベ | 19.69     | 16.25     | 1.7677  | 1.4554  | 0.94     | $0.85x-0.55$   | 16.45      | 0.05  |
| 4. モノヒカリ | 20.05     | 16.95     | 1.3758  | 1.0935  | 0.94     | $0.84x+0.11$   | 16.91      | -0.30 |
| 5. ダイヒル  | 19.70     | 16.31     | 2.7783  | 2.0786  | 0.98     | $0.85x-0.34$   | 16.66      | 0.03  |

注1) 昭和56~58の3カ年, 系統適応性検定試験および現地検定試験5カ所に共通に供試された5品種。

2)  $n=56$

3)  $d$ は $y=0.93x-1.98^2)$ によって推定した糖分と冷水浸出法によって測定した糖分との比較。

第4表 品種別に求めたブリックス(x)と糖分(y)の関係 その2

| 昭和・年 | 品 種       | $\bar{x}$ | $\bar{y}$ | $S^2_x$ | $S^2_y$ | $r_{xy}$ | 回 帰 式          | $y (x=20)$ | $\bar{d}$ |
|------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|----------|----------------|------------|-----------|
| 56   | 1. モノヒル   | 19.67     | 16.30     | 0.5808  | 0.6678  | 0.98     | $y=1.05x-4.42$ | 16.58      | 0.01      |
|      | 2. カーベガモノ | 19.98     | 16.45     | 0.7024  | 0.7035  | 0.98     | $0.98x-3.19$   | 16.41      | 0.15      |
|      | 3. モノヒカリ  | 20.66     | 17.36     | 0.3201  | 0.3972  | 0.97     | $1.08x-5.00$   | 16.60      | -0.13     |
|      | 4. ハイラーベ  | 20.54     | 16.86     | 0.6627  | 0.6560  | 0.98     | $0.97x-3.16$   | 16.24      | 0.27      |
|      | 5. モノホート  | 21.38     | 17.61     | 0.6249  | 0.6647  | 0.98     | $1.01x-3.94$   | 16.26      | 0.39      |
| 57   | 1. モノヒル   | 18.79     | 15.61     | 0.9323  | 0.9059  | 0.96     | $y=0.95x-2.20$ | 16.80      | -0.11     |
|      | 2. カーベガモノ | 19.18     | 15.80     | 0.5969  | 0.6254  | 0.96     | $0.98x-2.96$   | 16.64      | 0.06      |
|      | 3. モノヒカリ  | 20.25     | 17.18     | 0.2415  | 0.2031  | 0.90     | $0.83x-0.38$   | 16.98      | -0.33     |
|      | 4. ハイラーベ  | 19.79     | 16.30     | 0.7228  | 0.6779  | 0.96     | $0.93x-2.02$   | 16.58      | 0.12      |
|      | 5. モノホート  | 20.79     | 17.22     | 0.7372  | 0.6592  | 0.96     | $0.90x-1.60$   | 16.40      | 0.14      |

注. 1) 品種生態と栽培条件に関する試験で2カ年共通に供試された5品種, 各品種は5場所, N2水準, 栽植密度2水準を含む。

2)  $n=64$

3)  $d$ は第3表と同じ。

培条件に関する試験から同様に品種別にブリックス(x)と糖分(y)の関係を示すパラメータを計算したものである。

各品種の回帰式から $x=20$ における推定糖分(y)を求めると, 昭和56年, 57年の2カ年ともに「モノヒカリ」でもっとも高く, 「ハイラーベ」および「モノホート」は低かった。また $y=0.93x-1.98$ によって求めた推定糖分とSLD糖分との差の平均 $\bar{d}$ は「モノヒカリ」でもっとも低く, 「モノホート」でもっとも高かった。その差は昭和56年および57年でそれぞれ0.52, 0.47であった。他の品種を含めた品種間差の傾向は2ケ年でよく一致しており, 第3表の試験で共通に供試された3品種についても, 2つの試験結果の一致性が高かった。品種間差が生ずる原因の1つとして, まず非糖分含有量

の品種間差が考えられる。すなわち非糖分の少ない「モノヒカリ」は同一の回帰式を用いてブリックスから糖分を推定すると非糖分の多い品種と比較すると実際の糖分に対し相対的に低く推定されるものと考えられる。しかしながら, ここで供試された他の品種の間の差については非糖分含量だけでは説明できないので他の要因例えばマルク含有量の差等が関連しているものと推察されるが, 詳しくは今後の研究に待ちたい。

第5表は第4表と同一試験について栽培条件別にブリックス(x)と糖分(y)の関係を示したものである。 $x=20$ におけるy値は多N条件で0.1程度小さくなり,  $\bar{d}$ の栽培条件による差も多N条件でやや大きくなるが, 前述の品種間差と比較してはるかに小さいものであった。

第5表 栽培条件別に求めたブリックス(x)と糖分(y)の関係

| 昭和・年 | 栽培条件      | $\bar{x}$ | $\bar{y}$ | $S^2_x$ | $S^2_y$ | $r_{xy}$ | 回 帰 式          | $y(x=20)$ | $\bar{d}$ |
|------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|----------|----------------|-----------|-----------|
| 5 6  | 1. 密植, 少N | 20.72     | 17.19     | 0.8767  | 0.7960  | 0.96     | $y=0.91x-1.76$ | 16.75     | 0.10      |
|      | 2. #, 多N  | 20.31     | 16.77     | 0.7867  | 0.7223  | 0.97     | $0.93x-2.00$   | 16.64     | 0.14      |
|      | 3. 疎植, 少N | 20.59     | 17.10     | 0.9366  | 0.8935  | 0.97     | $0.95x-2.41$   | 16.73     | 0.07      |
|      | 4. #, 多N  | 20.17     | 16.60     | 0.9322  | 0.8575  | 0.97     | $0.93x-2.15$   | 16.61     | 0.17      |
| 5 7  | 1. 密植, 少N | 20.09     | 16.77     | 1.0953  | 0.9303  | 0.95     | $0.88x-0.85$   | 16.75     | -0.07     |
|      | 2. #, 多N  | 19.61     | 16.25     | 1.0180  | 0.9121  | 0.96     | $0.91x-1.56$   | 16.64     | 0.01      |
|      | 3. 疎植, 少N | 19.87     | 16.58     | 1.2449  | 1.0947  | 0.96     | $0.90x-1.27$   | 16.73     | -0.08     |
|      | 4. #, 多N  | 19.47     | 16.09     | 1.0818  | 1.0570  | 0.96     | $0.95x-2.39$   | 16.61     | 0.04      |

注. 1) 第4表と同一試験で各栽培条件は5品種, 5場所を含む。

2) 密植: 60cm×22.5cm, 疎植: 60cm×30cm, 少N: 15kg/10a, 多N: 25.5kg/10a。

3)  $n=80$

4)  $d$ は第3表と同じ。

第4表および第5表に示した  $y=0.93x-1.98$  による推定糖分とSLD糖分との較差  $d$  について分散分析を行うとそれぞれの要因の分散の有意性は第6表に示すとおりであり, 品種の分散はいずれの場所および年次でも高い水準で有意性を示し, N施用量も沖積土で窒素地力の高い池田を除いてほぼ有意性を示した。しかし栽植密度についてはいずれの場所および年次でも有意性は認められなかった。

つぎに十勝管内の農家標本におけるブリックス(x)と糖分(y)との関係を求め第7表に示した。昭和56, 57, 58年の3カ年の回帰式は係数および定数ともに近似性は低いが実際の分布範囲である  $x=13.5\sim 21.0$ ,  $y=11.0\sim 18.0$  では, 相関図における3ケ年の分布はほぼ同一帯に入り, かつ標本の平均値に近い  $x=18$  における  $y$  はそれぞれの年次で14.60, 14.82, 14.94 と比較的近似した値を示した。また  $y=0.93x-1.98$  における  $y(x=18)=14.76$  との差も  $\pm 0.3$  程度以内であった。

第8表に農家標本における  $y=0.93x-1.98$  による推定糖分とSLD糖分との較差  $d$  の頻度分布を年次別に示した。農家標本は土壌, 気象, 品種および栽培法等種々の異なる条件をもつ圃場から採取したものであるが, 較差  $d$  は, 昭和56年は  $\pm 0.5$  程度以内, 昭和57および58年は  $\pm 0.7$  程度以内であった。

#### 4. 考 察

テンサイ収穫根におけるブリックスから直線回帰式を適用して糖分を推定し品種および栽培条件の異

なる材料について推定糖分とSLD糖分との較差を比較した結果, 較差の品種間差異はN施用量および栽培密度のような栽培条件による差異よりも大きいことが明らかにされた。とくに「モノヒカリ」の推定糖分はSLD糖分より低くなる程度が大きく, また輸入品種の間にも差異があることが認められた。品種間差が生ずる原因については明確ではないが, このように, 推定糖分とSLD糖分との較差に差異のある品種を含めて原料テンサイの糖分含有量を推定糖分によって評価する場合には推定糖分に対し品種別の補正を加えることが望ましいと考えられる。

本試験では, ブリックスからの推定糖分は  $y=0.93x-1.98$ <sup>2)</sup> によって推定したが, ブリックスと糖分の間の回帰式は式の推定に用いた材料によって係数および定数が変わるので, もっとも望ましい回帰式の設定についてはさらに多くの農家標本を用い, 年次を繰り返した検討が必要であると考えられる。ここではSLD糖分を真の値として推定糖分を検討したが, 使用した施光計では経験的にブライ採取から測定までの間に  $\pm 0.2$  程度の誤差が生ずる場合があり, この点も考慮しておかなければならない。

本試験では屈折計についての検討を試験目的の中に含めていなかったが, 使用した屈折計は機種により調整の方法や温度条件によって測定の精度が安定していないことが認められた。このことが推定糖分とSLD糖分の較差  $d$  をさらに大きくしているものと推察される。ブリックスからの推定糖分を原料テンサイの糖分含有量の評価として適用するに当ってはブリックス計をより正確で, かつ安定性の高いも

第6表 較差d(推定糖分-SLD糖分)の分散分析

| 要因        | 自由度 | 芽室   |      | 帯広   |      | 士幌   |      | 池田   |      |
|-----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
|           |     | 昭56  | 昭57  | 昭56  | 昭57  | 昭56  | 昭57  | 昭56  | 昭57  |
| 品種 (A)    | 4   | **   | **   | **   | **   | **   | **   | **   | **   |
| 栽植密度 (B)  | 1   | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| A × B     | 4   | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| N施用量 (C)  | 1   | **   | **   | **   | **   | o    | **   | n.s. | n.s. |
| A × C     | 4   | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| B × C     | 1   | n.s. | n.s. | o    | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| A × B × C | 4   | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | *    | n.s. | n.s. |

注, 1) 推定糖分は  $y = 0.93x - 1.98$  による。  
 2) \*\*, \*, o はそれぞれ 1%, 5%, 10% 水準で有意を示す。

第7表 農家標本におけるブリックス(x)と糖分(y)の関係

| 昭和・年 | n  | $\bar{x}$ | $\bar{y}$ | $S^2_x$ | $S^2_y$ | $r_{xy}$ | 回帰式                | $y(x=18)$ | $\bar{d}$ |
|------|----|-----------|-----------|---------|---------|----------|--------------------|-----------|-----------|
| 56   | 56 | 18.59     | 15.16     | 1.4469  | 1.2071  | 0.99     | $y = 0.90x - 1.60$ | 14.60     | 0.01      |
| 57   | 81 | 18.07     | 14.80     | 1.5317  | 1.2613  | 0.96     | $0.85x - 0.48$     | 14.82     | 0.04      |
| 58   | 62 | 17.64     | 14.60     | 0.9276  | 0.8559  | 0.98     | $0.93x - 1.80$     | 14.94     | -0.18     |

第8表 農家標本における較差d(推定糖分-SLD糖分)の頻度分布

|    | -0.80 | -0.70 | -0.60 | -0.50 | -0.40 | -0.30 | -0.20 | -0.10 | 0    | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0年 | {     | {     | {     | {     | {     | {     | {     | {     | {    | {    | {    | {    | {    | {    | {    | {    |
|    | -0.71 | -0.61 | -0.51 | -0.41 | -0.31 | -0.21 | -0.11 | -0.01 | 0.09 | 0.19 | 0.29 | 0.39 | 0.49 | 0.59 | 0.69 | 0.70 |
| 56 |       |       |       |       | 0     | 1     | 7     | 9     | 12   | 13   | 6    | 5    | 2    | 1    | 0    |      |
| 57 | 0     | 1     | 3     | 2     | 1     | 5     | 8     | 11    | 11   | 10   | 8    | 7    | 4    | 2    | 1    | 0    |
| 58 | 0     | 1     | 3     | 2     | 10    | 10    | 15    | 7     | 8    | 5    | 0    | 1    | 0    |      |      |      |

注, 1) 推定糖分は  $y = 0.93x - 1.98$  による。

のへと改良されることが期待される。

最近, ヨーロッパ諸国およびアメリカでは鉛化合物を使用する現在の冷水浸出法は環境汚染の心配が大きいことから, 安全性の高い分析方法の検討を進めている<sup>1)</sup>

ブリックスから糖分を推定する方法は, 糖分そのものを推定する冷水浸出法よりは誤差が大きくなること考えることは一般的に当然な判断であるが, その測定方法が冷水浸出法と比較して, 環境汚染の心配のないことや測定のために必要な施設, 装置などの安いことを考え合わせると, 原料テンサイの糖分含有量評価のための有効な一方法であると考えられる。

### 5. 摘要

品種および栽培条件の異なるテンサイの収穫根のブリックスに田辺ら<sup>2)</sup>の直線回帰式  $y = 0.93x - 1.98$

を適用して推定糖分を求め, 冷水浸出法によって測定した糖分との較差について検討を加えた。

- 1) 推定糖分とSLD糖分との較差の品種間差は最大で0.5程度を示しN施用量および栽植密度のような栽培条件による差異よりも大きく, 推定糖分を原料テンサイの糖分含有量の評価に適用する場合には, 推定糖分に対し品種別の補正を加えることが望ましいと考えられる。
- 2) 供試品種の中では「モノヒカリ」における推定糖分とSLD糖分との差がとくに低く, 常に負の値を示した。
- 3) 栽植密度間で較差はほとんど変わらず, 多N条件で較差はわずかに高くなる傾向を示すが, 少Nとの差は最大で0.1程度と小さいものであった。
- 4) 農家標本における推定糖分とSLD糖分の較差は3ケ年とも±0.7以内に分布した。

5) もっとも望ましい回帰式についてさらに検討することおよび屈折計をより正確で安定性の高いものへと改良を加えることによって推定糖分とSLD糖分との較差をさらに小さくできるものと考えられ、環境汚染を引き起す心配のないこの方法は原料テンサイの糖分含有量を評価するための有効な一方法であると考えられる。

## 引用文献

- 1) MAUCH, W. (1982): Sucrose in sugar beet. Proceeding of 18 Session, ICUMSA 139-156.
- 2) 田辺秀男・増田昭芳・加川勝久・南部哲男・堤平・山崎裕・建部雅子(1976)原料てん菜糖分の簡易測定方式の開発, 第2報 改良型分析試料採取機, 新型デジタル屈折計, および根中糖分とブリックスとの関係について, てん菜研究会報, 18:1-14.

## Estimation of Sugar Content from Refractometric Brix in Sugar Beet Roots

### 2. Varietal difference and the effect of growing conditions

Takashi SANBUICHI, Yasunori MATSUZAKI and  
Toshiyuki YOSHIDA

\* Hokkaido Pref. Tokachi Agric. Exp. Stn., Memuro 082

\*\* Hokkaido Pref. Kitami Agric. Stn., Kunneppu 099-14

### Summary

Deviations between estimated sugar content based on Brix and the sugar content measured by Sachs-Le Docte method using lead acetate, were examined on various varieties and growing conditions to see how useful is the estimation based on Brix in evaluating the quality of sugar beets.

In estimating the sugar content ( $y$ ) from the Brix ( $x$ ), the formula of regression line  $y=0.93x-1.98$  proposed by Tanabe et al.<sup>2)</sup> was applied, and the deviation ( $d$ ) was calculated in the following formula: Deviation ( $d$ ) = Estimated sugar content - Sugar content by Sachs-Le Docte

Sugar beets tested were grown in both experimental and farmers' filelds.

The results were summarized as follows:

1. The deviation was greater among varieties than among growing conditions. "Monohikari", which is usually low in impurity, showed constantly below average deviation among varieties, although the difference in deviation among varie-

ties was not fully associated with the varietal difference in impurity.

2. The deviation was not affected by population density, but it was a little higher under richer nitrogen.
3. The deviation for the farmers' sugar beets, which included different varieties and those grown under various cultivating conditions, distributed within  $\pm 0.7$  in each of the three test years.
4. The method to estimate sugar content from Brix by using a regression formula is considered as one of the methods applicable to handling commercial sugar beets, because it does not cause any environmental pollution and the accidental errors in it may be minimized through future studies.