

# 気象要因からみた1番草の収量推定について

岩手県畜産試験場 草地部

専門研究員 佐藤明子

## はじめに

牧草の生育と気象要因の関係は以前から論じられているところですが、現在に至っても気象条件を克服した牧草の栽培、調製技術は確立していないといっても過言ではありません。

最近では水稻をはじめとして、その他いろいろな作物での気象条件を利用した収量、生育ステージ予測の研究が行われ、一部、実用化されています。しかしながら、牧草においては、他の作物のように刈取り、肥培管理が一定しておらず、さらに、一度播種すると利用年数は少なくとも7、8年～10数年にも及ぶので、経年化の影響、草種割合の影響などが大きいと、予測が非常に難しい状況にあります。

当場では、昭和42年より作況試験の一つとして牧草の気象感応試験に取り組んでおり、過去20余年のデータ蓄積があります。これらの中から、経年化の影響、草種割合の影響を除くため、岩手県の主要な牧草である「オーチャードグラス」(品種；アオナミ)単播の新播草地(利用1年目)を用いて、年間収量の大半を占める1番草の乾物収量推定を試みたので記述したいと思います。

## 1 1番草の収量予測の方法

生育初期(早春)の気象要因(平均気温、最高気温、最低気温、降水量、

日照時間の積算値)から、1番草の乾物収量(気象感応試験は毎年同一時期に刈取り、同一な肥培管理を行なっているため、実際は出穂始期～出穂期に当たる5月20日時点生育量に相当)を推定するため、次のような方法を用いました。

- (1)全気象要因を用いた一般型による多変量解析法を用いた収量推定。
- (2)適切な気象要因を選択する逐次変数選択法(増減法)を用いた収量推定。

## 2 分析の結果

分析の結果、推定精度の高いものは(1)(2)の両方法とも、起算日が4月1日、4月5日、4月10日、4月15日のいずれでも積算最終日を5月10日にした時で、収量推定の寄与率が最も高くなりました。しかし、5月10日では1番草の収穫直前なので、予測するにはあまりにも不都合です。

若干推定精度が低下しても、4月中の積算値だけで推定しないと実用的ではありません。

このような側面から、積算期間を表1のように

表1 県中部の気象要因と乾物重の関係解析(分析年1970～1990年)

起算	積算期間	① 全気象要因による分析(一般型法)		② 乾物重推定に有効な気象要因の選択による分析(逐次変数選択法)						
		寄与率	残差の標準偏差	平均気温	最高気温	最低気温	降水量	日照時間	寄与率	残差の標準偏差
4/1	4/1～4/30	0.789	4.314	○	○			○	0.788	4.060
	4/1～4/20	0.665	5.439		○			○	0.651	5.066
4/5	4/5～4/30	0.828	3.898	○	○	○		○	0.828	3.779
	4/5～4/20	0.682	5.301		○			○	0.675	4.890
4/10	4/10～4/30	0.759	4.616	○	○			○	0.741	4.496
	4/10～4/20	0.595	5.979		○			○	0.584	5.533
4/15	4/15～4/30	0.724	4.936	○		○		○	0.708	4.774

\*寄与率=(重相関係数)<sup>2</sup>、残差の標準偏差= $\sqrt{\text{残差平方和}/\text{自由度}}$

4月1日～30日, 4月1日～20日, 4月5日～30日, 4月5日～20日, 4月10日～30日, 4月10日～20日, 4月15日～30日の7とおりに変えて再検討しました。

この結果, 積算期間によって推定寄与率や残差の標準偏差が異なりますが, 同一積算期間では分析方法(1), (2)の間には大きな差はありません。このなかで, 推定寄与率(R<sup>2</sup>)が高く, しかも推定誤差が小さく, 高精度の推定が期待されるのは4月5日～4月30日期間の気象要因の積算値を用いた場合でした(表1参照)。

そして, これに有効な気象要因は平均気温, 最高気温, 最低気温, 日照時間の4要因が選択され, これらが交互にからみあって生育, 収量を支配していると思われます。

また, 4月5日～4月30日期間の乾物収量とそれぞれの気象要因との関係を, 県内3地域(県南部; 江刺市, 県中部; 滝沢村, 県北部; 軽米町)について両者の単純相関係数の大きさで分析し, 表2に示しました。

これによると, 乾物収量は平均気温と最高気温との相関が高く, 降水量と日照時間との相関は低位です。

これらのことから, 一般に「オーチャードグラス」の生育適温は18.3～21.1℃といわれていますが, この生育期間ではこれよりも低温であるため, 早春の高温は収量に大きく影響するものと考えられます。

### 3 収量と気象要因との推定式および推定精度

上述のとおり, 最も観測期間が長く(1970～1990年)分析データが整備されている県中部を対象に4月5日～4月30日期間で4気象要因を用いて,

表2 4/5～4/30の相関係数行列

	平均 気温	最高 気温	最低 気温	降水 量	日照 時間	乾物重	平均 気温	最高 気温	最低 気温	降水 量	日照 時間	乾物重	平均 気温	最高 気温	最低 気温	降水 量	日照 時間	乾物重	
平均気温	1.00					1.00	1.00					1.00	1.00						
最高気温	0.70	1.00				0.88	1.00					0.99	1.00						
最低気温	0.93	0.65	1.00			0.84	0.50	1.00				0.89	0.86	1.00					
降水量	0.12	-0.31	0.15	1.00		-0.03	0.36	-0.45	1.00			0.28	0.33	-0.12	1.00				
日照時間	-0.15	-0.01	-0.05	-0.40	1.00	0.09	-0.20	0.37	-0.45	1.00		-0.83	-0.82	-0.81	-0.14	1.00			
乾物重	0.76	0.71	0.61	0.06	-0.47	1.00	0.52	0.30	0.62	-0.47	0.56	1.00	0.62	0.66	0.53	0.20	-0.45	1.00	

①式のような推定式を求めました。

$$Y = -12.833 + 0.239 X_1 + 0.076 X_2 - 0.149 X_3 - 0.108 X_4 \quad (R^2 = 0.828) \quad \text{---①}$$

Y: 1番草乾物収量(5月20日時点生育量)

X<sub>1</sub>: 4月5日～4月30日 平均気温積算値

X<sub>2</sub>: 4月5日～4月30日 最高気温積算値

X<sub>3</sub>: 4月5日～4月30日 最低気温積算値

X<sub>4</sub>: 4月5日～4月30日 日照時間積算値

R<sup>2</sup>: 寄与率

推定精度を示す寄与率は0.828で, かなり高い値になっています。

種々の気象要因の採択が収量に及ぼす影響を分析し, 表3に示しました(詳細は表4参照)。

気象要因に取り上げた変数の数が増加するにつれて寄与率が増加してきます。

適切な収量推定には一つだけの気象要因よりも, 変数選択法を用いて有効な複数の気象要因を探ることが重要と考えられました。

同様にデータ数には, やや問題がありますが, 県南部, 県北部についても収量推定式を求め, ②式, ③式に示しました。

県南部

$$Y = -27.021 - 3.735 X_1 + 2.289 X_2 + 1.523 X_3 - 0.385 X_4 + 0.130 X_5 \quad (R^2 = 0.735) \quad \text{---②}$$

X<sub>5</sub>: 4月5日～4月30日 降水量積算値

表3 気象要因の選択と乾物収量に及ぼす影響

変数 の数	選 択 し た 気 象 要 因					寄与率
	平均気温	最高気温	最低気温	日照時間	降 水 量	
1	○					0.570
2	○	○				0.636
3	○	○	○			0.703
4	○	○	○	○		0.828
5	○	○	○	○	○	0.828

表4 4/5~4/30の気象要因と乾物重の解析 (県中部)

変数の数	選択した気象要因					推定式の寄与率	残差の標準誤差
	平均気温	最高気温	最低気温	降水量	日照時間		
1変数	○					0.570	5.473
		○				0.506	5.867
			○			0.373	6.615
				○		0.003	8.337
					○	0.225	7.352
	○	○				0.636	5.177
	○		○			0.640	5.151
2変数	○					0.706	4.653
		○				0.544	5.793
		○	○			0.591	5.488
		○		○		0.724	4.505
			○	○		0.374	6.789
			○		○	0.569	5.631
				○	○	0.246	7.452
3変数	○	○	○			0.703	4.807
	○	○		○		0.653	5.199
	○	○			○	0.800	3.951
	○		○	○		0.040	5.300
	○		○		○	0.738	4.515
	○			○	○	0.741	4.490
		○	○	○		0.594	5.623
		○	○		○	0.752	4.395
		○		○	○	0.735	4.544
			○	○	○	0.623	5.424
4変数	○	○	○	○	○	0.753	4.526
	○			○	○	0.761	4.453
	○	○		○	○	0.800	4.067
	○	○	○		○	0.828	3.779
	○	○	○	○		0.732	4.706
5変数	○	○	○	○	○	0.828	3.898

県北部

$$Y = -58.344 - 1.156 X_1 + 0.980 X_2 + 0.094 X_3 - 0.076 X_4 (R^2 = 0.630)$$

③

ただし、県南部と県北部は圃場面積が限られていることもあり、試験区に反覆がなく、しかも、利用1年~7年目までの平均値を用いて分析しているため経年化の影響もあり、その上、観測期間も短いので、分析データの多かった県中部よりは推定精度が低くなっています。

さらに、3地域について、各推定式

から得られた収量と実際の収量の間には差があるか、有意差の検定分析を行いました。

その結果は表5に示すとおりです。

各地域とも、平均値の差は95%の採択域内で5%の危険率で有意な差は見られませんでした。

この結果、実際の収量と推定収量の間には統計的に有意差がなく、かなり実収量に近い値が得られました(表6参照)。

#### 4 推定結果の取扱い

以上の推定はすべて牧草の気象感応試験の試験設計とデータに基づくもので、分析結果、得られた乾物収量は即農家用に利用はできません。というのも、気象感応試験は施肥量が牧草の生育の限定要因にならないように、一般農家よりかなり多めに設計されており(年間合計 N 35, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 18, K<sub>2</sub>O 35 kg/10 a)、それに伴い、利用回数も多くなっている(5回刈り)ためです。

ですから、推定結果はあくまでも1番草の乾物収量が平年並みであるかどうかの指標として利用しなければなりません。

#### おわりに

今後、さらに収量予測の研究は盛んに行われ、より精度の高い、利用しやすい技術が開発されるのもそう遠いことではないようです。

そのためには、できるだけ多くの条件の揃ったデータが必要です。

特に牧草のように、いろいろな条件の影響を受ける作物は単年度で結果のでる水稻やトウモロコシなどよりデータの蓄積が大事です。

低コストで安定した良質粗飼料を確保するため、

表5 実測値と推定値の差の検定 (t検定)

	県中部		県南部		県北部	
	実測値	推定値	実測値	推定値	実測値	推定値
データ数	21	21	10	10	9	9
平均値	32.14	32.15	52.74	52.74	48.70	48.70
平均値の差	0.000952357		0.00000038147		0.000000423855	
95%の採択域	-1.545 < 平均値の差 < 1.545		-3.657 < 平均値の差 < 3.657		-3.862 < 平均値の差 < 3.862	
有意差の判定	5%の危険率で有意な差はない		5%の危険率で有意な差はない		5%の危険率で有意な差はない	