

[20-1] 水田水条件のシュミレーションモデルとその水稻収量の推定への応用

河野 泰之

(1) 水田水条件シュミレーションモデルの目的

調査年以外の年について、このモデルを用いて降雨量から水田湛水状態を推定する。その結果を用いて、以下の分析を行なう。

- イ) 水田水条件の定量的把握
- ロ) 過去の水稲収量の推定

(2) モデルの構造とパラメーター値の決定

$$H(1)=h_0$$

$$H(i)=H(i-1)+R(i-1)*k-dn$$

$$H(i)の最大値=h_{max}$$

$$H(i)の最少値=h_0$$

ここで $H(i)$: 4月1日を第1日とする i 日目の湛水深
 $R(i)$: 4月1日を第1日とする i 日目の降雨量
 k : 降雨係数
 dn : 減水深 (非湛水時 $n=1$ 、湛水時 $n=2$)
 h_0 : 初期水分量 (4月1日)、最低水分量
 h_{max} : 落水口敷高

パラメーターの数は5つである ($k, d1, d2, h_0, h_{max}$)。NSBのサンプル田についてパラメーターの値の組み合わせを変えて試みた結果、現在のところ $d2$ を除いた残りを以下のように一様に固定した値を用いるのが適当と思われる。

$k=1, d1=-1.5 \text{ mm/day}, h_0=-100 \text{ mm}, h_{max}=200 \text{ mm}$ (ただし、とくに低位の水田については 400 mm)

以上の4つのパラメーターの値を固定した上で、 $d2$ (湛水時減水深) の値を決めた。使用したデータは、1983年度の $lak \text{ data}$ と全筆データである。ただし、1983年に湛水深が Huay San 水位に影響された筆については、1981年度の全筆データを用いた。 $d2$ の値を決定するにあたっては、推定値と実測値の平均二乗誤差、両者の差が 5 cm 以内の確率、 3 cm 以内の確率を参考にした。(表1参照)

(3) モデルの検証

1983年度データをもとにパラメータ値が得られた筆については1981年の全期間の実測値、1981年度のデータをもとにパラメータ値が得られた筆については1983年の洪水以前の実測値をもとに、モデルの検証を行なった（表1参照）。

その結果、以下のことが分かった。

イ）比較的高位な筆（d2の値が大きな筆）については、使用した3つの評価指標をみるかぎり、比較的良い精度で推定できている。

ロ）比較的低位な筆（d2の値が小さな筆）については、推定の精度は良くない。これは、あぜ流入の降雨に対する時間的遅れを考慮していない、あぜ流入／流出という2つの現象を1つのパラメータで表わしているなどのモデルの構造に起因する問題と考えられる。

（4）収量聞き取り調査（○×△図）との比較（間接的なモデルの検証）

d2パラメータの値が小さい順に筆を並び替え、各々の筆の78-82年の収量聞き取り調査結果を示した（表2）。1983年度の水稲品種と地形区分も合わせて示した。

d2を各筆に固有な経年的に変化しない水条件を表わす指標と考えると、この並びは、NSBサンプル田32筆を水のたまりやすい筆からたまりにくい筆という順で並べたことになる。この並びで、洪水年の78年と80年を除く収量を検討してみると、コード2と3の境界は明瞭に表われる。また、3と4の境界も、収量データの質を向上させれば明瞭に説明できる可能性がある。しかし、1と2の境界を説明することは難しい。

このことから、現時点でのシュミレーションモデルの精度について次のことがいえる。

イ）作季を通じての概略の水条件を相対的に推定することは可能である。

ロ）推定値の値自体が正しいかどうかは不明である。例えば、79年と82年の2と3の境界にあたる推定水条件の比較。

（5）水稲収量の推定方法について

（4）を水稲収量の推定という観点から考える。まず、コード1と2は、共に収量は0である。また表2より、植えつけられなかった筆は、たとえ植えつけられていても収穫は出来なかったと推定される。従って、収量調査結果をコード1-2、3、4の3種類に分類して考える。当然ながら、収量の推定もこれ以上の細かい区分は不可能であろう。ただし、コード値を実際の収量に換算する際に、その換算率を筆毎に変えうる可能性はある。

コードを3段階に区分し直すことにより、表2の79, 81, 82年調査結果から次のことがいえる。

イ) 水田をある指標で順序付けると、年によって収量順位が逆転することはない。つまり、コード値の境界は上下するが、収穫の多い筆はいつでも（洪水年を除いて）収穫が多く、少ない筆はいつでも少ない。

ロ) その指標としては、d2パラメータが適当である。さらに、このパラメータを使用することにより、収量コードの境界の位置を降雨量から推定できる可能性がある。

イ) については、現在、これ以上の作業を行っていないが、ロ) については、NSB全体で、水田の順序づけによる収量の説明が可能かどうかを検討した（表3参照）。

表3より以下のことがいえる。

イ) コード4と3以下の境界については、データが1年しかないため不明。

ロ) コード3以上と2以下の境界については、ほぼ説明可能。

ハ) 両者を合わせると、説明できない部分がかなり大きくなる。しかし、それはコード3と4の判定基準の均一化（耕作区の収穫総量をもとにした）によって収量データの質を高めることにより解決されるのではないかと考えられる。

以上により、水稻収量は、以下の方法で推定できるのではないかと、現在、考えている。



表 1 モデルのパラメータ値と精度

PLOT	落水口 No.	落水口 位置 (cm)	落水口 水深 (mm)(1/4)	1983年 LACK DATA 平均水深 (cm)	±5cm (%)	±3cm (%)	1983年 全量 DATA 平均水深 (cm)	±5cm (%)	±3cm (%)	1981年 全量 DATA 平均水深 (cm)	±5cm (%)	±3cm (%)	備考
	1	20	6.0	4.3	74	26	4.0	86	71	2.3	100	67	*1981年 水深7.0cm
	2	40	3.8	17.6	0	0	10.4	57	29	8.1	67	0	*1981年 水深7.0cm
	3	40	4.8	4.0	86	68	4.2	71	57	7.2	67	50	*
	4	20	8.2	3.0	89	66	3.7	85	60	3.2	83	67	
	5	40	4.6	10.4	97	47	11.4	57	43	6.1	67	17	φ
	6	40	4.8	6.3	46	23	2.0	100	86	4.8	83	33	φ
	8	40	4.0	10.0	43	43	6.0	72	57	21.8	33	33	*1981年 水深7.0cm
	9	20	5.0	6.8	19	19	4.9	74	43	4.7	67	33	*
	10	20	6.0	5.8	58	41	3.9	85	55	4.1	83	67	
	11	20	7.8	2.2	99	85	4.5	78	61	2.4	100	100	
	12	20	7.0	1.9	97	91	2.2	94	78	2.4	100	100	
	13	20	4.0	10.6	7	7	11.1	43	29	5.7	83	0	*
	14	20	10.8	2.5	97	82	3.5	83	67	1.9	100	100	
	15	20	6.8	5.3	66	66	3.0	90	74	2.2	100	83	
	16	20	7.6	3.3	84	71	3.6	68	63	2.1	100	100	
	17	20	6.2	5.1	73	55	6.9	60	35	6.1	67	0	
	18	20	7.6	5.3	66	47	3.7	90	68	2.4	100	67	
	19	20	9.8	4.5	78	54	4.1	84	58	2.0	100	83	
	20	20	14.2	2.6	95	88	3.1	94	78	2.3	100	67	
	21	20	13.0	2.1	97	91	3.1	94	83	2.4	100	60	
	22	20	7.0	3.2	88	68	4.0	80	50	2.3	100	83	
	23	20	7.8	3.0	88	69	4.1	84	68	2.3	100	83	
	24	20	8.0	3.6	86	56	4.9	79	68	3.0	100	50	
	25	20	9.6	4.4	79	69	5.4	84	74	2.6	100	83	
	26	20	5.6	3.0	93	74	7.1	60	50	3.6	67	67	
	27	20	7.0	2.4	97	78	4.0	83	56	2.5	100	60	
	28	20	8.0	2.1	99	83	2.6	94	78	1.3	100	100	
	29	20	6.2	3.1	96	65	4.3	75	40	3.6	83	50	
	30	20	6.4	2.7	89	80	4.7	84	53	3.3	83	67	
	31	20	6.6	5.6	70	44	4.9	65	45	2.8	83	83	
	32	20	9.0	2.7	92	75	2.8	95	72	2.5	100	67	
	33	20	12.8	1.6	98	95	2.0	100	89	3.8	100	0	

14

表2. 潜水时潜水水深与42量·层位·地形之比较

PLOT No.	潜水时 潜水水深 (m)	42 量					层位 ^① (118) ②	地形 ^③
		78	79	80	81	82 (4)		
2	3.8	2	3	2	4	②	C	11
8	4.0	2	3	2	4	3	C	11
13	4.0	2	3	2	4	3	Y	12
5	4.6	2	3	2	4	3	K	12
3	4.8	2	3	2	4	3	Y	16
6	4.8	2	3	2	4	3	Y	12
9	5.0	2	3	2	4	3	Y	12
26	5.6	2	3	2	4	3	Y	12
1	6.0	2	2a	2	4	3	D	5
10	6.0	2	3	2	4	3	K	12
17	6.2	2	3	2	4	3	K	12
29	6.2	2	3	①	4	3	Y	18
30	6.4	2	2	②	4	3	Y	18
31	6.6	2	3	3	4	3	K	17
15	6.8	2	2	2	4	3	K	14
22	7.0	2	1a	2	4	2	K	14
27	7.0	2	2	2	3	2	K	14
18	7.6	2	2	2	4	2	K	14
11	7.8	2	2	2	3	2	C	14
23	7.8	2	2	2	4a	2	K	13
24	8.0	2	2	2	4a	2	K	13
28	8.0	2	1a	③	3	2	Y	18
4	8.2	2	2	2	3	2	K	14
12	9.0	2	1	2	1	1	C	14
12	9.0	2	2	3	4	3	K	17
16	9.6	2	1	2	3	2	K	14
25	9.6	2	2	2	4a	2	K	14
19	9.8	2	2	2	0	2	K	14
14	10.8	2	1	2	3	2	K	14
33	12.8	2	2	3	4	3	C	18
21	13.0	2	1	2	3	1	C	14
20	14.2	2	1	2	2	1	K	14

① 42 量 4: 普通 3: 干土 2: 42 量 0: 1: 11.1 17 0: 7-9 干土
 ② 层位 Y: K.Yak K: K.Klang D: K.Do C: K.Chao
 ③ 地形 5: Hill or Wadai, 47 Plain 11: Hollow 12: Bottom 13: Head Slope
 14: Side Slope 16: Remnant Flat 17: Shallow Trough 18: Shallow Trench

表3. NSB全等の42量 解之取り
調査結果

	42 量			筆数
	B1	B2	79 (4)	
0-4	△-3	△	28	{ 30
△	△	△	2	
0	△	X-2以下	216	{ 257
△	△	X	41	
0	X	△	20	{ 35
△	X	△	15	
0	X	X	25	{ 208
△	X	X	133	
X	X	△	1	
X	X	X	23	

(有効筆数 554)