

気象値による日本脳炎H I 抗体陽性率の推計(第2報)

森田盛大* 後藤良一* 原田誠三郎*

I 緒言

日本脳炎(JE)ウイルスの侵襲を地理的にみれば、秋田県は青森県について北端に位置し、従って、その侵襲期間を気象的にみれば、九州や四国地方などよりはるかに短く、患者も極く稀にしか発生しない。

このような夏期の短い地域におけるJEウイルスの侵襲開始期およびその規模を可能な限り早期にキャッチするためには、豚のHI抗体を指標とする従来のJE流行予測方法に加えて、他の新たな有効予測手法を模索する必要がある。このことから出発したのが前報¹⁾から行なってきた気象サイドからの検討である。以下にこの検討結果を報告する。

II 材料と方法

A. 材料

統計的検討に供した昭和42~56年の豚のJE-HI抗体陽性率は当所で行ってきた既報のJE流行予測調査成績から抽出したものである。ただし、豚へのJE予防接種の影響を除外するため、10~20倍の低HI価のものは棄却し、40倍以上(1:≧×40)の抗体価をもってHI抗体陽性、すなわち、JEウイルスの侵襲指標とした。

また、昭和42~56年の6~9月における旬平均気温、旬平均雨量および1日の平均気温が25°C以上の日数はいずれも秋田地方気象台の資料から採取した。

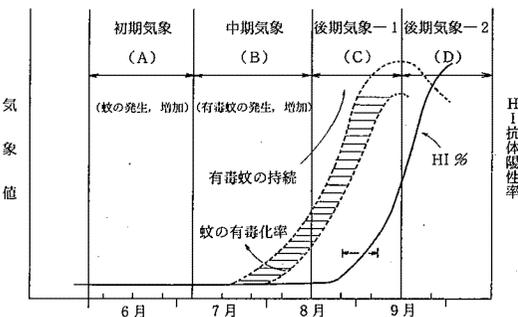


図1. 気象区分

B. 方法

JEウイルスの侵襲過程を、図1の如く、初期(6月~7月上旬, A期)、中期(7月中旬~8月中旬, B期)、後期-1(8月下旬~9月中旬, C期)および後期-2(9月下旬以降, D期)の4期に区分した上で、各期のJE-HI抗体陽性率と気象値(気温T, 雨量R, 25度係数t)を求め、両者の相関関係を統計学的に推計した。

III 成績

A. JE-HI抗体陽性率と気象値に関する検討時期の選定

まず、JE-HI抗体陽性率と気象値の相関関係を統計学的に推計するにあたって、いずれの時期(A~D期)のものを対比させるかについて検討した。すなわち、昭和42~56年におけるHI抗体陽性率を時期別にみると、表1の如く、A~B期の8月中旬までは極めて低率で

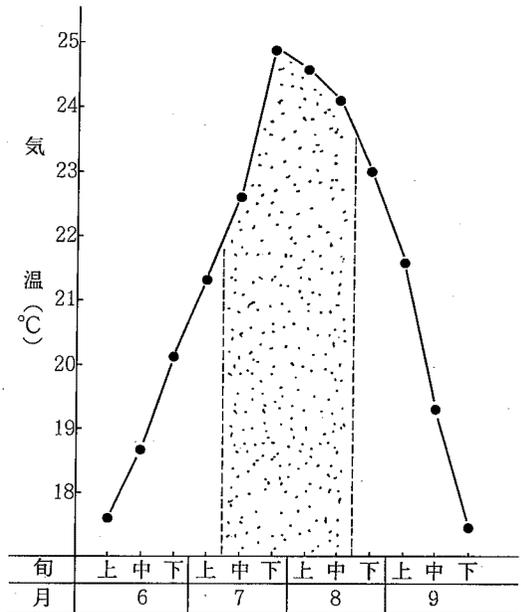


図2. 昭和42~56年の旬別平均気温

* 秋田県衛生科学研究所

表 1. 年次別および各期別 H I 抗体陽性率 (抗体価: ≥ 40)

年次	A. 初期 (6~7月上旬)			B. 中期 (7月中旬 ~8月中旬)			C. 後期(1) (8月下旬 ~9月中旬)			D. 後期(2)(9月下旬~)		
	被検数	陽性数	陽性率%	被検数	陽性数	陽性率%	被検数	陽性数	陽性率%	被検数	陽性数	陽性率%
42	100	7	7.00	120	11	9.17	80	39	48.75	20	19	95.00
43	100	0	0	140	0	0	80	2	2.50	40	3	7.50
44	120	0	0	192	5	2.60	153	34	22.22	94	49	52.13
45	40	0	0	180	0	0	100	0	0	115	4	1.86
46	40	0	0	200	0	0	80	7	8.75	80	12	15.00
47	40	0	0	120	1	0.83	80	0	0	80	7	8.75
48	40	0	0	100	0	0	80	10	12.50	80	14	17.50
49	100	5	5.00	100	0	0	80	2	2.50	80	0	0
50	80	0	0	100	0	0	80	1	1.25	80	19	23.75
51	60	0	0	120	0	0	80	1	1.25	100	1	1.00
52	20	0	0	80	0	0	60	2	3.33	20	0	0
53				60	0	0	60	29	48.33	20	5	25.00
54				180	0	0	200	37	18.50	58	18	31.03
55	62	0	0	232	0	0	99	1	1.01	40	0	0
56				149	0	0	124	1	0.81	66*	1	1.52

※南部家畜保健衛生所 柳田美俊技師から提供された6頭分を追加

あるが、後期のC~D期は比較的高率に転ずることから、後期を推計基礎の対象期とした。一方、気象値については、図1.のJEウイルスの侵襲経過および図2.の高気温期の2点から、B期(中期)をHI抗体陽性率と対比する推計基礎の対象期として選定した。

B. 気象値とJE-HI抗体陽性率の単純相関分析成績

気象値からJE-HI抗体陽性率を推定する手法として、前報¹⁾では $(T/100)^3 \times \sqrt{\log R}$ の仮定式を設定したが、これを更に以下の如く検討した。すなわち、気温と雨量がHI抗体陽性率に比例的に作用するということの基本にして、 $(T/100)^3 \times \sqrt{\log R}$ の原形である $T^m \times R^n$ に、更に、1日の平均気温が25℃以上を示す因子として、表2.の $t\{ (25^\circ\text{C以上日数}/\text{総日数}) + 1 \}$ を加えた $T^m \times R^n \times t^0$ の基本式を作成し、次いで、 m , n , 0 をそれぞれ15年間のB期の気象数値と後期(C~D期)のHI抗体陽性率から統計的に推計した。すなわち、各年のC~D期のHI抗体陽性率(X)から Σdx^2 (表4.左側)を求めた上で、この一定の Σdx^2 と15年間のB期の T^m , R^n , t^0 の m , n , 0 にそれぞれ個別に任意数を入れて検討した結果、表3.に示す成績が得られ、 T^2 , R^1 , t^2 とした場合がそれぞれ最も高い相関係数

を示した。

ただし、 T^2 は数値が過大になるため $(T/10)^2$ とした。これらを組み合わせて作成した $(T/10)^2 \times R \times t^2$ によって各年のB期の気象値W(実際には平均値に対する百分率Yに換算)を表4.の如く算出した。

次いで、この気象値W(実際にはY)と実測のHI抗体陽性率(X)の間における単純相関分析を実施した結果、表5.の如く、相関係数(r)は0.7407と算出され、F検定およびt検定のいずれでも有意であることが示された。また、この場合の回帰係数、回帰直線および標準誤差を推計した結果、それぞれ表5.に示す如くであった。この回帰直線をHI抗体陽性率の推計式 $\{ HI\% = (0.3837W - 24.27) \pm 12.262, \text{ただし、} W \text{には} Y \text{を代入} \}$ として図示すると図3.の如くであり、これに各年の実測HI抗体陽性率をそれぞれのYに応じてプロットすると、15年中11年のHI抗体陽性率がこの回帰直線の標準誤差範囲内であった。このことから、各個の気象数値を $W = (T/10)^2 \times R \times t^2$ に代入し、得られた数値を平均値に対する百分率に換算して上記推計式に代入することによって、次時期のHI抗体陽性率をかなり推計し得ることがわかった。

表2. 年次別および各期別25度係数 (t)

年次	A期 (6~7月上旬)			B期 (7月中旬~8月中旬)			C期 (8月下旬~9月中旬)		
	総日数	≥25°C 日数	25度係数 (t) ※	総日数	≥25°C 日数	25度係数 (t)	総日数	≥25°C 日数	25度係数 (t)
42	40	0	1.000	41	23	1.561	31	4	1.129
43	40	0	1.000	41	16	1.390	31	0	1.000
44	40	0	1.000	41	11	1.268	31	2	1.065
45	40	0	1.000	41	15	1.366	31	11	1.355
46	40	2	1.050	41	12	1.293	31	0	1.000
47	40	2	1.050	41	16	1.390	31	0	1.000
48	40	0	1.000	41	29	1.707	31	8	1.258
49	40	0	1.000	41	10	1.244	31	8	1.258
50	40	0	1.000	41	22	1.537	31	12	1.387
51	40	0	1.000	41	8	1.195	31	1	1.032
52	40	0	1.000	41	13	1.317	31	3	1.097
53	40	3	1.075	41	33	1.805	31	3	1.097
54	40	0	1.000	41	8	1.195	31	0	1.000
55	40	0	1.000	41	1	1.024	31	1	1.032
56	40	0	1.000	41	10	1.244	31	1	1.032
平均	40	0.47	1.012	41	15.1	1.369	31	3.6	1.116

※ [(≥25°C日数/総日数) + 1]

表3. T^m , R^n , t^o の推計

		相 関 係 数				F検定および t 検 定	
		C~D期のHI 陽性率(X) の $\sum d x^2$	$\sum d y^2$	$\sum d x d y$	相 関 係 数		
B 期 の 気 象 (Y)	気 温 (T)	T	4331	1393.43	540.56	0.2200	非 有 意
		$(\frac{T}{10})^2$	4331	892.67	1171.3	0.5957	有 意
		$(\frac{T}{10})^3$	4331	189185.1	16531.2	0.5775	"
		$(\frac{T}{10})^4$	4331	3181.73 ※	2152.3 ※	0.5798	"
	雨 量 (R)	R	4331	895.51	1049.7	0.5330	"
		\sqrt{R}	4331	9.4	15.8	0.0783	非 有 意
		log R	4331	32.45	46.60	0.1243	"
		25 度 係 数 (t)	t	4331	5998.4	2812.8	0.5519
		t ²	4331	495.73 ※※	82.74 ※※	0.5601	"

※ dyを100で除して計算

※※dyを10倍して計算

表4. 年次別推計基礎数値

年次	(C+D)期のH I 陽性値			B 期 の 気 象 値 (W)						dx dy	
	※ 実測H I 陽性率(X)	dx	dx ²	旬平均 気温値 の和(T)	旬平均 雨量値 の和(R)	25度係数 (t)	W = $\left(\frac{T}{10}\right)^2 \times R \times t^2$		dy		dy ²
							計算値	平均値 に対する % (Y)			
42	58.0	43.9	1927.2	99.9	23.2	1.561	5642.54	151.3	51.3	2631.7	2252.1
43	4.2	-9.9	98.0	98.8	21.1	1.390	3979.27	106.7	6.7	44.9	-66.3
44	33.6	19.5	380.3	95.3	26.8	1.268	3913.87	105.0	5.0	25.0	97.5
45	1.9	-12.2	148.8	95.1	14.2	1.366	2396.41	64.3	-35.7	1274.5	435.5
46	11.9	-2.2	4.8	93.5	37.9	1.293	5539.86	148.6	48.6	2362.0	-106.9
47	4.4	-9.7	94.1	98.4	16.8	1.390	3142.73	84.3	-15.7	246.5	152.3
48	15.0	0.9	0.8	101.7	14.8	1.707	4460.60	119.6	19.6	384.2	17.6
49	1.3	-12.8	163.8	92.1	19.5	1.244	2560.50	68.7	-31.3	979.7	400.6
50	12.5	-1.6	2.6	99.0	12.7	1.537	2940.05	78.9	-21.1	445.2	33.8
51	1.1	-13.0	169.0	91.8	18.8	1.195	2262.41	60.7	-39.3	1544.5	510.9
52	2.5	-11.6	134.6	94.4	14.9	1.317	2302.40	61.8	-38.2	1459.2	443.1
53	42.5	28.4	806.6	104.7	15.9	1.805	5678.60	152.3	52.3	2735.3	1485.3
54	21.3	7.2	51.8	94.9	36.1	1.195	4642.67	124.5	24.5	600.3	176.4
55	0.7	-13.4	179.6	89.0	28.6	1.024	2376.41	63.7	-36.3	1317.7	486.4
56	1.1	-13.0	169.0	95.9	28.7	1.244	4085.92	109.6	9.6	92.2	-124.8
合計	212.0	0	4331.0	1444.5	330.0	20.536	55924.24	1500.0	0	16142.9	6193.5
平均値	14.1		288.7	96.3	22.0	1.369	3728.28	100.0		1076.2	412.9

※H I 抗体価が1 : \geq 40の陽性率

表5. 気象値とH I 抗体陽性率との間の単純相関分析

		推 計 式	推 計 値
(1)	相 関 係 数 (r)	$r = \Sigma dx dy / \sqrt{(\Sigma dx^2)(\Sigma dy^2)}$	0.7407
(2)	r の 有 意 性	F 分 布 検 定	$F_0 = r^2 \left(\frac{n-2}{1-r^2} \right)$ ($F_{13}^1 (0.05) = 4.67$)
		t 分 布 検 定	$t_0 = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$ ($t_{13} (0.05) = 2.160$)
(3)	回 帰 係 数	$b = (dx dy) / dy^2$	0.3837
(4)	回 帰 直 線	$x = Mx + b(y - My)$ ($x = \text{H I } \%, y = \text{気象値} W$)	H I % = 0.3837 W - 24.27
(5)	標 準 誤 差 (s)	残 差 平 方 和	$S_E = \Sigma dx^2 - b(\Sigma dx dy)$
		不 偏 分 散	$s_E = S_E / n - 2$
		標 準 誤 差	$s = \sqrt{s_E}$

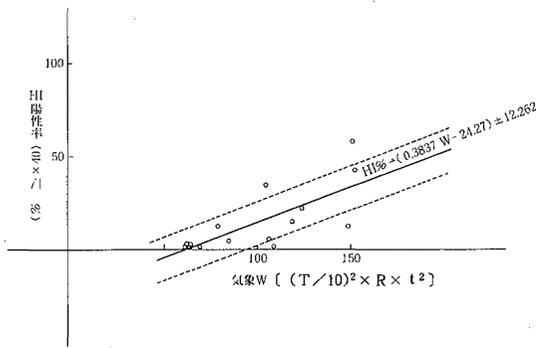


図3. JE-HI抗体陽性率推計直線(回帰直線)

VI 考 察

夏の短い本県での過去15年間のJE流行予測経緯をふり返ると、その多くは回顧的な流行予測に終始していた。流行予測としての本来の機能を果し得なかったわけである。これらの反省点に立って、豚のHI抗体を指標とする流行予測方法以外の手法として、前報¹⁾につづいて検討してきたのが気象面からの予測手法である。すなわち、JEウイルスの侵襲は蚊によって増幅されるわけであるから、蚊の発生増殖に必要な気温と雨量をHI抗体陽性率に対する比例的因子として、また、前報¹⁾では、雨量より気温の影響が抗体陽性率に強く反映することが示唆されたことから、25°C以上の気温を示す日数率を25度係数として比例的推計基礎に加えることによってより有意性を高めることができたのである。具体的には、 $W = (T/10)^2 \times R \times t^2$ と $HI\% = (0.3837 W - 24.27)$ (ただし、Wは平均値に対する百分率

に換算)の両式によって次時期のHI抗体陽性率を推計するわけであるが、少くとも、過去15年間のHI抗体陽性率の内11年分がこの推計式の標準誤差($S = 12.262$)内にあり、また、他の4年分もこれにかなり接近するものであった。このようなことから、任意期(7月中旬～8月中旬のB期でなくとも)の気象値を用いることによって次時期のHI抗体陽性率、換言すれば、この任意期のJEウイルスの侵襲規模を推計することが可能となった。しかし、 $(T/10)^2 \times R \times t^2$ の相関係数がまだ0.7407であるので、今後、これを更に高める検討が必要である。

V 結 論

気象値から次時期のJE-HI抗体陽性率を推計するため、昭和42～56年の豚のJE-HI抗体陽性率(8月下旬以降)と気象値(7月中旬～8月中旬の気温T、雨量R、25度係数t)について単純相関分析を実施した結果、 $W = (T/10)^2 \times R \times t^2$ および $HI\% = (0.3837 W - 24.27) \pm 12.262$ の推計式が得られ、有意性があると推計された。

稿を終るにあたり、気象数値を提供して下さいました秋田地方気象台に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 森田盛大たち：1980年度の日本脳炎流行予測調査について、秋田県衛生科学研究所報，25，83-87 (1981)