胎兒の血液型と動物の血液型

(日本遺傳學會第五回大會講演)

古 畑 種 基

金澤醫科大學法醫學教室

(1) 緒 言

血液型は人類に於て發見せられた遺傳形質の中で最近明かになつた遺傳形質の一つである。遺傳形質は從來は主として形態的のものであつたに比し、この形質は血清學的にのみ證明出来る形質である事が甚だ面白い點であると思ふ。つまり血液型は「血清學的遺傳形質」であると云つてよい。形態學的又は機能的遺傳形質の外に「血清學的遺傳形質」がある事が判つた事は一般の遺傳學上に於ても、又人類遺傳學上に於ても新知見を加へた譯で學術上重大な發見であらう。

血液型(Blut Typus)の本態は何かと云ふと血球や體細胞中に分布して居る「型的表徵」(Typen Merkmal in Körper Zellen)と血清や體液中に分布して居る「型的表徵」(Typen Merkmale in Körperflüssigkeiten)との二つの事である。

この型的表徵は血清學的に「血球凝集反應」又は「溶血阻止反應」、「凝集阻止反應」、「吸着反應」等の血清學的検査によつて證明する事が出来るものである。此中「血球凝集反應」による證明法は最も原始的のもので、一般によく知られて居る方法である。中には「同種血球凝集反應」即ち「血液型」の事だと速斷しておる人がある位である。「型的表徵」は「型特異性物質」(Typen spezifische Substanzen od. Gruppenspezifische Substanzen)の存否(presence or absence)如何によつて定まる。この「型特異性物質」の事を細胞にあるものを「型特異性凝集原」と云ひ血清又は體液中にあるものを「型特異性凝集素」と云つて居る。これは「型的凝集原, Typen Agglutinin」、「型的凝集素, Typenagglutinin」と申してもよい。「型的凝集原」は又血清中にも含まれて居る事が此頃明かになつて來た。「型的凝集原」と「型的凝集素」は互に結合する性質があり、型的物質を所有する血球と血清とを一緒にすると「凝集反應」が起る。之を

「型的血球凝集反應」と云ふ。從來一般に使用せられた「同種血球凝集反應 Isohaemagglutination」は實は「型的血球凝集反應」と呼ぶのが正しいのである。

(2) 血液型の遺傳

この「型的表徵」がメンデルの遺傳法則に従て遺傳する事が明かになつて法醫學的には父性の決定 Vaterschaftbestimmung に應用せられる。細胞に於ける「型的表徵」も體液中に於ける「型的表徵」も共に遺傳する事を主張し又實際に證明したものは我々同人である。

我々の教室に於て調査した 1595 家族の家系は第一表にあけた通りである。之によつて血液型の遺傳は我々が年來主張し來つた如く三遺傳單位說に従つてゐるもので、二對遺傳形質說や、其のリンケーヂ說が謬りなる事が判明したと思ふ。こゝに再び私は田中義磨博士が正しいと論じた「リンケーヂ說」は全く誤りなる事を明かにしておく次第である。我々教室同人が過去九年間熱心に研究した成績は血液型遺傳は三遺傳單位說に従つて居り AB 型の親より一人も O 型の子を見出さず、O 型の親は決して AB 型の子供を持たぬのである。血液型遺傳に關する從來の疑義はここに明かにせられ、其遺傳型式は三遺傳單位說に従ふ事は確定せられたと信ずる。

(3) 母の血液型と子供の血液型との關係

人類に於ける遺傳研究は中々複雑であつて自由に實驗をなす事が出来ないもので、親子の關係の正しくないものが混入して來る恐れがある。それで、親子の關係の明瞭である母子の關係に就て血液型の調査をする事が近來流行して來た。それには産院に於て分娩した母と初生兒を検する時は母子の關係は明かであるから私の教室でも水美登利博士が金澤市の産院に於て分娩した母と子供の血液を検べて「三遺傳單位說」に違反するが如き子供は斷じて生れぬ事を觀察した。第二表は、第一表にあけたる 1595 家族に就き、母の血液型と子供の血液型との關係を検して「二對遺傳形質說」と「三遺傳單位說」によつて算出した理論數とを比較した。之は明かに「三遺傳單位說」の理論數と觀察數とはよく一致する事を示したのである。第三表は「三遺傳單位說」より算出した理論數と觀察數とに就て平均誤差を算出して比較したものである。

1) Taneki FURUHATA: The blood groups of human foetus and the blood groups of animals.

Table I. Results of 1595 families including, (6826 persons, 3636 children) which were tested in our laboratory from 1924 till 1931 by T. Furuhashi and his co-workers in regard to the blood group inheritance.

Moth- er's group	Fath- er's group	Num- ber of Fami- lies	Blood groups of children												Num- ber of Child- ren
			OO		A-		AO		B-		BO		AB		
			abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
O	O	117	396	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	396
	A	195	177	46.34	0	0	205	53.66	0	0	0	0	0	0	382
	B	99	113	48.29	0	0	0	0	0	0	121	51.71	0	0	234
	AB	35	0	0	0	0	48	57.14	0	0	36	42.86	0	0	84
	Total	506	686	62.59	0	0	253	23.08	0	0	157	14.33	0	0	1096
A	O	180	158	40.20	0	0	235	59.80	0	0	0	0	0	0	393
	A	227	94	18.91	403	81.09	0	0	0	0	0	0	0	0	497
	B	126	62	23.13	0	0	83	30.97	0	0	53	19.78	70	26.12	268
	AB	40	0	0	52	52.53	0	0	0	0	23	23.23	24	24.24	99
	Total	573	314	24.98	455	36.20	318	25.30	0	0	76	6.04	94	7.48	1257
B	O	110	96	39.34	0	0	0	0	0	0	148	60.66	0	0	244
	A	131	63	18.92	0	0	107	32.13	0	0	87	26.13	76	22.82	333
	B	99	33	14.22	0	0	0	0	199	85.78	0	0	0	0	232
	AB	44	0	0	0	0	29	22.66	58	45.31	0	0	41	32.03	128
	Total	384	192	20.49	0	0	136	14.51	257	27.43	235	25.08	117	12.49	937
AB	O	45	0	0	0	0	57	47.90	0	0	62	52.10	0	0	119
	A	48	0	0	48	45.72	0	0	0	0	30	28.57	27	25.71	105
	B	25	0	0	0	0	20	22.47	41	46.07	0	0	28	31.46	89
	AB	14	0	0	4	12.12	0	0	7	21.21	0	0	22	66.67	33
	Total	132	0	0	52	15.03	77	22.25	48	13.88	92	26.59	77	22.25	346
Total		1595	1192		507		784		305		560		288		3636
%			32.78		13.95		21.56		8.39		15.40		7.92		100.00

Table II. Relation between the mother's blood group and the children's blood group. (the result in the author's laboratory)

Mother's group	Number of mother and percent	Children's group	Observed		Calculated according to Furuhashi Ichida & Kishi		Dungern & Hirszfeld	
			abs.	%	%	%	%	%
O	506 31.72%	O	686	62.59		56.32		61.40
		A	253	23.08		25.61		20.80
		B	157	14.33		18.07		12.30
		AB	0	0		0		0
A	573 35.92%	O	314	24.98		22.94		26.22
		A	773	61.50		58.99		55.98
		B	76	6.04		7.36		5.68
		AB	94	7.48		10.71		12.12
B	384 24.08%	O	192	20.49		24.27		27.71
		A	136	14.51		11.03		9.39
		B	492	52.51		50.12		46.99
		AB	117	12.49		14.58		15.91
AB	132 8.28%	O	0	0		0		11.83
		A	129	37.28		40.97		25.27
		B	140	40.47		37.19		20.07
		AB	77	22.25		21.84		42.83

(第三表) Table III. 母と子供の血液型の観察数と三遺傳單位説による理論数との比較 (標準偏差を算出せるもの)

母	子供	観 察 数			三遺傳單位説			差	$m = \frac{m_1^2 + m_2^2}{m}$	$\frac{a \sim b}{m}$
		實 数	% (a)	標準偏差 m_1	% (b)	標準偏差 m_2	$a \sim b$			
O 506名 31.72%	O	686	62.59	± 1.46	56.32	± 1.50	+ 6.27	± 2.09	3.00	
	A	253	23.08	± 1.27	25.61	± 1.32	- 2.53	± 1.83	1.38	
	B	157	14.33	± 1.06	18.07	± 1.16	- 3.74	± 1.57	2.38	
	AB	0	0	0	0	0	0	0	0	
A 573名 35.92%	O	314	24.98	± 1.22	22.94	± 1.19	+ 2.04	± 1.70	1.20	
	A	773	61.50	± 1.37	58.99	± 1.39	+ 2.51	± 1.95	1.28	
	B	76	6.04	± 0.67	7.36	± 0.74	- 1.32	± 1.00	1.32	
	AB	94	7.48	± 0.71	10.71	± 0.87	- 3.23	± 1.12	2.88	
B 348名 24.08%	O	192	20.49	± 1.32	24.27	± 1.40	- 3.78	± 1.92	1.97	
	A	136	14.51	± 1.15	11.03	± 1.02	+ 3.48	± 1.54	2.25	
	B	492	52.51	± 1.63	50.12	± 1.63	+ 2.39	± 2.31	1.03	
	AB	117	12.49	± 1.08	14.58	± 1.15	- 2.09	± 1.58	1.32	
AB 132名 8.28%	O	0	0	0	0	0	0	0	0	
	A	129	37.28	± 2.60	40.97	± 2.64	- 3.69	± 3.71	0.99	
	B	140	40.47	± 2.64	37.19	± 2.60	+ 3.28	± 3.71	0.88	
	AB	77	22.25	± 2.24	21.84	± 2.22	+ 0.41	± 3.21	0.13	

三遺傳單位説によつて母親の血液型より各型子供の夫々出現率を算出する公式

母の血液型	子 供 の 血 液 型			
	O	A	B	A B
O	r	p	q	—
A	$\frac{r^2}{p+2r}$	$\frac{(p+r)^2+pr}{p+2r}$	$\frac{qr}{p+2r}$	$\frac{q(p+r)}{p+2r}$
B	$\frac{r^2}{q+2r}$	$\frac{pr}{q+2r}$	$\frac{(q+r)^2+qr}{p+2r}$	$\frac{p(q+r)}{q+2r}$
AB	—	$\frac{1}{2}(p+r)$	$\frac{1}{2}(q+r)$	$\frac{1}{2}(p+q)$

$$p = \frac{1}{2}(10 - \sqrt{O+B} + \sqrt{O+A} - r)$$
$$r = \sqrt{O}$$

$$q = \frac{1}{2}(10 - \sqrt{O+A} + \sqrt{O+B} - r)$$
$$p+q+r=10$$

v. Dungern-Hirszfeld 説によつて母親の血液型より各型の子供の夫々出現率を算出する公式

母の血液型	子 供 の 血 液 型			
	O	A	B	A B
O	qs	ps	qr	pr
A	sa	$s(1-a)$	ra	$r(1-a)$
B	qb	pb	$q(1-b)$	$p(1-b)$
AB	ab	$b(1-a)$	$a(1-b)$	$(1-a)(1-b)$

$$q = 1 - p = \sqrt{O+B}$$
$$s = 1 - r = \sqrt{O+A}$$

$$a = \frac{q^2}{1+q}$$
$$b = \frac{s^2}{1+s}$$

(4) 胎 兒 の 血 液 型

個體發生學の見地に立つて胎兒の血液型を調査して見ると(教室では水博士が研究した)胎生二ヶ月の終り頃より明かに胎液血球に就て「型的物質」の存在を立證する事が出来たが血清中に凝集素の發現する事はなき模様である。「型的物質」は胎生月數の進むにつれて益々發育して、其證明は段々容易になつて来る。妊娠の後半期に於ては血清中にも凝集素を證明する事が出来るが、之は母の血清中にある凝集素が胎兒に移行したものと解せらる。子供の血液型に特有な凝集素は分娩後若干時日を経て始めて出現するものと思はれる。第四表は胎兒の血液型を調査した諸家の報告を経めたものである。胎兒の血液型検査に於て注意を要する事は胎兒の血球は非特異性凝集反應が起り、やゝもすると AB 型の如き觀を呈する事があることである。胎兒の血球に「汎血球凝集反應」が屢々出現する事を知らぬと飛んでもない結論に陥る恐れがある。

第四表 胎 兒 の 血 液 型
Table IV, 1. Blood groups of Human Fetus.

Investigator	Month of Fetus	Blood groups of Fetus				Sum.
		O	A	B	AB	
Magoshirō OKU	2	5	3	0	0	8
Total		5	3	0	0	8
Kiyoshi NAKAJIMA	3	—	1	—	—	1
Kei SASAKI	"	6	—	2	2	10
Magoshirō OKU	"	11	9	4	3	27
Midori MIZU	"	2	4	2	1	9
KNUDTZON	"	—	1	—	—	1
KEMP	"	2	2	—	—	4
DVCHNO und DERTSCHINSKY	"	1	—	—	—	1
Total		22	17	8	6	53
Kiyoshi NAKAJIMA	4	—	3	—	1	4
Kei SASAKI	"	1	5	1	3	10
Magoshirō OKU	"	2	5	6	1	14
Midori MIZU	"	5	1	2	1	9
KNUDTZON	"	5	—	—	—	5
KEMP	"	1	1	—	—	2
DVCHNO und DERTSCHINSKY	"	—	1	1	—	2
Total		14	16	10	6	46

Table IV, 2. Blood groups of Human Fetus.

Investigator	Month of Fetus	Blood groups of Fetus				Sum.
		O	A	B	AB	
Kiyoshi NAKAJIMA	5	1	4	—	1	6
Kei SASAKI	"	—	5	—	1	6
Magoshirō OKU	"	1	3	4	2	10
Midori MIZU	"	4	1	—	1	6
KNUDTZON	"	1	1	1	—	3
KEMP	"	3	1	—	—	4
DYCHINO und DERTSCHINSKY	"	2	—	—	1	3
Total		12	15	5	6	38
Kiyoshi NAKAJIMA	6	2	1	2	—	5
Kei SASAKI	"	1	2	2	—	5
Magoshirō OKU	"	4	5	2	3	14
Midori MIZU	"	2	2	1	—	5
KNUDTZON	"	2	4	1	—	7
KEMP	"	1	—	—	—	1
DYCHINO und DERTSCHINSKY	"	3	—	1	—	4
Total		15	14	9	3	41

Table IV, 3. Blood groups of Human Fetus.

Investigator	Month of Fetus	Blood groups of Fetus				Sum.
		O	A	B	AB	
Kiyoshi NAKAJIMA	7	4	1	2	1	8
Magoshirō OKU	"	4	3	4	1	12
Midori MIZU	"	1	3	2	—	6
KNUDTZON	"	5	1	—	1	7
DYCHINO und DERTSCHINSKY	"	2	1	1	—	4
Total		16	9	9	3	37
Kiyoshi NAKAJIMA	8	9	3	7	3	22
Magoshirō OKU	"	4	1	2	3	10
Midori MIZU	"	4	6	3	2	15
KNUDTZON	"	7	1	3	1	12
Total		24	11	15	9	59
Kiyoshi NAKAJIMA	9	16	12	12	5	45
Magoshirō OKU	"	6	9	2	3	20
Midori MIZU	"	5	15	6	2	28
KNUDTZON	"	5	3	1	—	9
Total		32	39	21	10	102

Table IV, 4. Blood groups of Human Fetus.

Month of Fetus	Number of Persons tested	Blood groups of Fetus			
		O(%)	A(%)	B(%)	AB(%)
2	8	62,50	37,50	0	0
3	53	41,51	32,08	15,09	11,32
4	46	30,44	34,78	21,74	13,04
5	38	31,58	39,47	13,16	15,79
6	41	36,59	34,15	21,95	7,31
7	37	43,24	24,33	24,33	8,10
8	59	40,68	18,65	25,42	15,25
9	102	31,37	38,24	20,59	9,80
Total	384	36,46	32,29	20,05	11,20

即ち汎血球凝集反應の如き非特異性血球凝集反應を眞の凝集反應と誤判すると胎児の血液型は AB 型が多いと云ふ様な結論を見るに至るのである。

教室に於ける水博士の研究によるも他の諸家の報告によるも、胎児の血液型は常に遺傳の法則に従つて出現し、遺傳法則に違反するが如き血液型の子供が生れることは決してなかつた。

(5) 動物の血液型

血液型は人類にのみ發現し動物にはないものであると云ふ考が長く一般に普及して居つたが、動物の血液を注意して研究して見ると動物に於ても血液型が存在して居ることは疑ふべからざる事實となつて來た。

A 凝集原は類人猿、豚、緬羊、山羊、犬等に見出され、B 凝集原は廣く、猿、小羊、馬、牛、犬、豚、家兎、モルモット、白鼠等に見られる。

次に動物の血清中に「型的凝集素」が分布して居る事も明かとなつて來た。

今各種の動物の正常血清を各型人血球に作用せしむると、血清の種類によつて、「型的差異」を生ずるのである。これは「型的凝集素」が異種血球凝集素の外に動物血清中に含有せられて居るによつて生ずるのである。

我々は動物の血清を其「型的差異」によつて次の六種類に分類する事が出来る。而して、動物の種屬によつては(イ)型と(ロ)型の血清のみのものあり、或は(イ)型と(ハ)型のみのものあり、或は(イ)型、(ロ)型、(ハ)型、乃至(イ)型、(ロ)型、(ホ)型を有するものもあり、更らに(イ)型、(ロ)型、(ハ)型、(ニ)型、或は(イ)型、(ロ)型、

正常異種血球凝集素の人血球に
對する異種血球凝集價の型的差異
の種類、並にそれより觀たる諸種
動物血清の分類

(ハ)型、(ホ)型の四種類もの血清を有つてゐる動物もある。又同じ形の型的差異を示す血清であつても、動物によつてその型的差異の非常に著明であるものもあり、それほど著明でないものもある。

之等六種類の型の血清中、(イ)型、即ち各型の人血球に對して略相等しい凝集價を示す血清、即ち型的差異を明かに示さない血清は、動物界に於て最も廣く殆んど凡ての動物に於て見出されるものである。

(イ)型に次いで動物界に廣く分布されてゐる血清の型は、(ロ)型である。即ち、この(ロ)型の血清は人同種血球凝集原 A を有する血液型の血球即ち A 型と AB 型の血球に對して高い凝集價を示し、之を有しない血球即ち O 型と B 型の血球に對して凝集價が低い血清である。換言すれば、此型の血清の異類血球凝集素は人同種血球凝集素 α によく似たやうな凝集作用の性質を有するものである。故に今假りにかゝる凝集素を α' といふ記號で表はしておく。

次に、(ハ)型の血清は人同種血球凝集原 B を有する血液型の血球即ち B 型、AB 型血球に對して高い凝集價を示し、之に反して凝集原 B を有しない型の血球即ち O 型及び A 型血球に對して低い凝集價を示す血清である。即ち、人同種血球凝集素 β に類似の作用を有する凝集素であつて α' と同様に之を β' なる記號を以てその性質を表はしておく。(ニ)型の血清は人同種血球凝集原 A 或は B を有する凡ての型の血球即ち A 型、B 型 AB 型血球に對して共に高い凝集價を示し、之等を缺いてゐる型の血球即ち O 型血球に對してのみ低い凝集價を示す血清である。即ち、人同種血球凝集素 $\alpha\beta$ 類似の性質を有する凝集素であつて、恰も O 型 ($O_{\alpha\beta}$) の血清 ($\alpha\beta$) の如きものである。之を $\alpha'\beta'$ で表現しておく。

最後に(ホ)型の血清は之等と稍々趣を異にし、今後なほ研究さるべき多くの事項を有する興味ある血清であつて、即ち O 型と B 型血球に對して凝集價高く、A 型と AB 型血球に對して低い凝集價を示す如き血清である。(ヘ)型これは O 型血球に特に強く作用する血清である。(ヘ)型に特有のものは鰻血清である。鰻血清の大多數は(ヘ)型であるが、稀に他型のものがある。

扨て、今數種の動物血清に就て、之を具體的に説明するならば、

(a) 家兎血清は(イ)型と(ロ)型の血清が其大多數を占め、(ハ)型は之等に比して稀に見出されるのみである。即ち家兎血清は、型的差異を示さない血清(今之を假に o を以て表しておく)と、A 凝集原を有する型の血球に對して強く作用するところの血清(α')が主なものであり、又その型的差異もかなり著名である。之に反して B 凝集原に對して強く作用する血清(β')は極めて少數である。

(b) 猿血清も亦其大部分は(ロ)型であつて、A 凝集原を有する型の血球に對して強く作用する血清(α')が主であり、又その型的差異も顯著である。

(c) 馬血清も家兎血清と同様で、型的差異を示さない血清(o)と、其他は A 凝集原を有する型の血球に對して強く作用する血清(α')である。一般に馬血清の凝集價は比較的高いものが少いから、その型的差異は明瞭ではあるが、實用上には、豚や家兎血清に比べて劣ると見ねばならない。

(d) 豚血清には、(イ)型(o)、(ロ)型(α')、(ハ)型(β')、(ニ)型($\alpha'\beta'$)の四つの種類の血清を見出すことが出来る。その中で(イ)型と(ロ)型が最も多く、(ハ)型は(ロ)型よりは稍々少い(然し之を見出すことは決して困難ではない程度に屢々存在する)。之等に比して(ニ)型の血清は最も少いのである。斯の如く、豚は o, α' , β' , $\alpha'\beta'$ の各種の血清を有つて居り、且つ之等の血清の型的差異も亦非常に顯著なものが多く見出され、更らに、その凝集價も他の諸動物の血清よりは非常に高いものを見出す事が出来、更らに又容易に、且つ多量に得られるので實用上極めて有利な動物である。

(e) 犬血清には、(イ)型(o)、(ロ)型(α')、(ハ)型(β')がある外に、尙ほ(ホ)型が屢々見出される。

(f) 牛血清には、(イ)型(o)、(ロ)型(α')、尙其他に(ホ)型が屢々見出される。斯の如く O 型血球に強く作用する血清の存在する事は牛血清に特異な點であつて、學問上興味深い點であるのみならず、同種血球凝集反應では O 型血球は唯 A 及び B 凝集原を缺いてゐるといふ點で證明するにすぎないのが、牛のかゝる異種血球凝集

素を作用せしむる事によつて、O 型血球に對しては A 型血球よりも凝集價高い事を利用して、之を陽性に證明する事が出来る實用上の興味をも有してゐるのである。

(g) 鶏血清は、(イ)型(o)と、(ハ)型(β)だけである。鶏血清に特異な點は、他の多くの動物と異り、(ハ)型(β)が多數に見出され、之に反して(ロ)型(α')の血清が見出され難い點である。之は丁度家兎、猿、馬血清等に於ては(ロ)型(α')が主として見出されるに反して(ハ)型(β)が見出され難いのと丁度その正反對で、鶏血清では(ハ)型(β)が多數に存在するに反して、動物界に普通最も廣く存在する所の(ロ)型(α')が見出され難い點は、全くこの動物の一大特長であつて、之を實際の應用上に就て云へば、私共は α' 型の血清を得たい場合には比較的容易に多くの動物から之を見出し得るのであるが、 β' 型の血清は一寸見出し難いのである。然るに幸にもかゝる β' 型の血清を主として有する鶏の如き動物の存在する事は、唯に純學問上の興味のみならず實際上にも甚だ重寶なものと云はねばならない。

THE BLOOD GROUPS OF THE HUMAN FOETUS AND OF ANIMALS (*Résumé*)

By

Prof. Dr. T. FURUHATA

(Kanazawa Medical College, Kanazawa, Japan.)

1) The Author and his co-workers investigated the hereditary relation of the blood groups in 1595 families and came to the conclusion that the human blood group is hereditary according to the hypothesis of the three heredity units. (Table I)

2) The relation between the blood groups mothers and children was tested. The result is shown in table II and III.

3) The blood groups of the human foetus were tested, and it was proved that no foetus has been known to belong to a blood group contrary to the law of heredity. The group agglutinin in an embryo can be determined from the second foetal month, but the agglutinins in serum will appear after birth.

4) The Group agglutinogens (A and B) and the group agglutinins were found in the blood of animals as well as in human blood. The sera of animals might be classified into six groups.