

# 反芻家畜の Relaxin に関する研究

## (2) 妊娠及び分娩後の和牛の血清中に於ける Relaxin の含量

和田 宏・湯原 正高

(岡山大学農学部)

Studies on the Relaxin in Ruminants.

(2) Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum cows of the Japanese Black breed of cattle.

Hiroshi WADA and Masataka YUHARA

(Faculty of Agriculture, Okayama University,)

(1) Relaxin in the blood serum of cow of the Japanese Black breed was assayed of 34 samples at different stages during pregnancy and postpartum period.

(2) Assay of relaxin were conducted according to the bioassay method established by Abramowitz et al. (1944) and modified slightly by the present writers, and the amount of relaxin was shown in terms of GPU (Guinea Pig Unit).

In order to facilitate the calculation of relaxin unit the standard curve established by Abramowitz et al. was enlarged on the section-paper, from which a standard table was constructed. Providing percentile response in the test animals, the unitage of relaxin can be read off.

(3) The data obtained from these assays are shown in table 3 and as a curve in fig. 1. Blood serum assayed contained about 0.8 GPU of relaxin per cc. after the first month of pregnancy.

Relaxin content increased comparatively rapidly until the 6th to 7th month, when a plateau (about 3.6 GPU/cc.) was reached and maintained with very little increase for the remainder of pregnancy.

(4) After parturition, there was a precipitous decrease in the concentration of relaxin in the blood and it continued to decrease.

In a week after parturition, it decreased to a trace or to an undetectable amount.

(5) The form of this curve of relaxin in blood serum in the Japanese Black breed agrees with that in the dairy cow reported by the present writers in the previous report, and coincides also with the state of relaxation of pelvic bones in the pregnant cow and its recovery in the postpartum cow of the Japanese Black breed reported by T. Ôkawa (1953).

(6) From these facts, it appears that relaxin is at least a part of causes which

---

本研究の第1報“妊娠及び分娩後の乳牛の血清中に於ける Relaxin の含量”は日本畜産学会報に投稿印印中である。

induce the relaxation of pelvic ligaments or separation of pelvic bones during the latter part of pregnancy and at the time of parturition in the cow.

(7) Generally, the time during which ligaments remained relaxed was found to be longer and the percentage of response greater in the group injected with the larger amount of blood serum relaxin than in the group with the smaller amount (table 4).

(8) No relationship could be found either between the relaxin concentration of the blood and the sex of the young, or between the relaxin concentration and the times bred in the cow.

#### Acknowledgments

We are greatly obliged to Dr. Edward H. Frieden, Dr. Roy V. Talmage and Dr. Arthur E. Dracy for the reprints of articles on relaxin which they kindly sent to us. Especially, we wish to express our hearty gratitude to Dr. Edward H. Frieden for his gift of relaxin preparation.

#### 緒 言

筆者等はさきに前報<sup>2)</sup>に於いてホルスタイン種牝牛の血清について、その妊娠中及び分娩後に於けるリラキシン含量の消長について報告した。

家畜の品種による此のホルモンの量的差異と云うことも一応考えられないことでもなく、特に此のホルモンは蕃殖生理に密接な関係があるので泌乳能力の旺盛なホルスタイン種と、用途を異にする和牛等との間に於いて、その差異の存在の可能性も一応考えられないこともないので、和牛の血清につき、そのリラキシンの量を測定した。こゝに、それらの成績を報告する。

#### 実験材料及び方法

供試血清は当大学農学部附属農場及び岡山県立千屋種畜場繋養の黒毛和種牝牛10頭から採取し

Table 1. Cows used in this experiment.

No. of cow	Name of cow	Times bred	Sex of the calf
1	Miyachika	5	♂
2	Suemi	6	♂
3	Tanida	6	♂
4	Fukumi	8	♀
5	Uneo 2nd	2	♀
6	Ayame 4th	2	♂
7	Kinoshita 1st	4	♀
8	Masao	6	♀
9	Haru	1	♀
10	Haru	2	♀

Note: Cow No. 9 is the same with No. 10, but the time when used for this experiment was different.

たものである。而して供試牛の産次は初産から8産までの種々のものが含まれている。供試血清数は妊娠期間中のものが27例、分娩後のものが7例、合計34例である。妊娠血清の採血は人工授精実施の日から計算して、妊娠40日から分娩直前9時間までの各時期に於いて行われた。分娩後の血清は胎仔娩出から正確に時間を測つて採血したが、その中には胎仔娩出後12時間から分娩後9日までのものがある。

血液は頸静脈から清潔に採取し室温に無菌的に一昼夜静置し、血液が凝固の後、遠心分離して血清を分ち、パラフィンで密封して、供試まで 0°C. の冷蔵庫に貯えたことは前報と同様である。

リラキシンの検定はAbramowitz, Money,

Zarrow, Talmage, Kleinholz and Hisaw (1944) の方法によつた. モルモットの卵巢剔去は両側臍部より行つて, 夫々の側の卵巢を剔出した. 即ち術部の皮膚をつまみて鋏で切開すれば, 薄い腹筋を透して卵巢の存在部がわかるので, こゝに小孔をあけて, その両側を手指頭で軽く圧迫すれば, 透明な腹腔液と共に卵巢または輸卵管が出て来るから容易に卵巢を切除できる. 然らざるものは小さいピンセットで卵巢を探り出して切除する. 腹腔内に於ける生殖器附近の持続的刺戟を避ける為には絹糸などによる結紮をさせて, 小さいペーンの鉗子で挟み血管を挫滅してから卵巢を切除した.

卵巢剔去, 処女モルモット 12 頭を 1 群とし, 之に精製胡麻油 0.2cc. に溶解した Estradiol monobenzoate 0.30 $\gamma$  (原法では 0.33 $\gamma$  となつてゐる) を日量とし, これを 4 日間, 皮下注射し 5 日目に供試血清を 0.2 乃至 0.75cc. を蒸留水で稀釈して, その 1cc. をモルモットの背部皮下に注射した. 注射後 6 時間に骨盤を触診し, 軽く力を加えた場合, 左右の恥骨が明らかに別々に上下に動くもの, 所謂 Unmistakable relaxation を呈するものを陽性反応とした. なお, 全例についてではないが骨盤弛緩の持続時間を観察する為には供試血清注射後 12 時間, 24 時間, 36 時間, 48 時間に骨盤の弛緩が残存しているや否やを触診により確めた.

Estradiol monobenzoate としては帝國臓器株式会社の Ovahormon benzoate を用いたこと, その他, 触診の方法, モルモットの飼養管理等は前報で述べた方法に従つた.

Table 2. Standard table for assay of relaxin

Figures in this table were read off from the standard curve of relaxin established by Abramowitz, Money, Zarrow, Talmage, Kleinholz and Hisaw (1944).

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0						0.150	0.165	0.180	0.195	0.210
10	0.225	0.236	0.250	0.265	0.282	0.300	0.313	0.325	0.337	0.349
20	0.360	0.372	0.388	0.402	0.415	0.429	0.442	0.458	0.470	0.478
30	0.500	0.511	0.522	0.533	0.544	0.555	0.566	0.575	0.589	0.605
40	0.620	0.631	0.642	0.653	0.665	0.676	0.687	0.700	0.711	0.720
50	0.730	0.741	0.752	0.765	0.780	0.795	0.810	0.830	0.850	0.865
60	0.885	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.025	1.048	1.074
70	1.100	1.125	1.150	1.175	1.205	1.245	1.270	1.300	1.340	1.375
80	1.420	1.460	1.500	1.560	1.625	1.700	1.750	1.800	1.900	1.940
90	1.980									
Unitage of Relaxin in Guinea Pig Unit										

Gothic figures in the first row represent 0~ to 9 percent of positive response of the guinea pigs tested. Similarly, Gothic figures in the first column represent 0~ to 90 percent of positive response in animals tested. Other figures in this table represent the unitage of relaxin in GPU. Relaxin amount, corresponding to the percentage expressed by the sum of percentages in a row and a column, is given at the crossing of the row and the column.

For instance, when positive response of 30% is observed, relaxin content of the sample is 0.5 GPU, and when it is 31%, relaxin content is 0.511 GPU. If it is necessary to know the relaxin amount corresponding to a decimal fraction of percentage of positive response, it is known by means of interpolation.

Abramowitz et al. の原法では12頭の動物を使用して、或る用量でその67%が反応するとき、そのリラキシンの量を1モルモット単位 (GPU) としているが、本実験では必ずしも正規の頭数を用い得なかつたので斯かる場合は単に反応率即ち使用動物数に対する陽性反応数の百分率から単位を算出した。

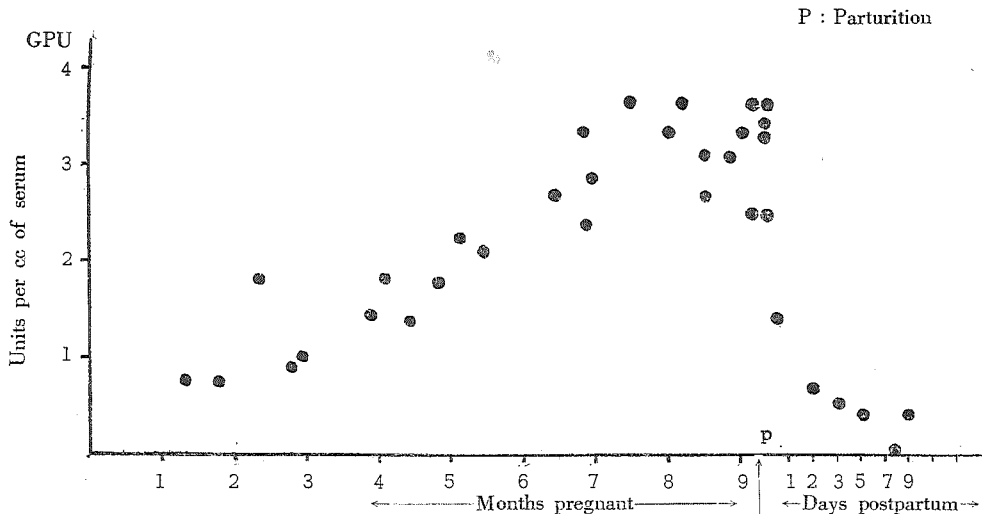
単位の計算を便利にする為に、筆者等は Abramowitz et al. (Endocrinology, 34, P. 109, 1944) が牝豚の黄体抽出リラキシンについて描いた標準曲線を基礎として、之を方眼紙上に拡大複写し、反応率と対応するリラキシンの単位を読みとり、それらを一括して Standard table を作成した (第2表)。リラキシンの単位の計算は前報と同様すべて此の表に基いた。此の表の上の行のゴシック体の数字は0%より9%までの反応率を示し、左端の列のゴシック体の数字は0%より90%までの反応率を10%毎に示している。而して行、列両ゴシック欄の数字を合せると90%までの任意の反応率となり、それに対応するリラキシン単位は行、列両ゴシック数字の交叉欄に示されている。

斯くの如くして或る用量  $d$  cc. の血清の注射によつて得られた、リラキシンの量を  $1/d$  倍して、血清1 cc. 中のリラキシンの量とした。

### 実験成績及び考察

以上の如き方法により得られた成績即ち供試した和牛の妊娠段階、血清の用量、使用モルモット数、反応率及び血清1 cc. 中のリラキシン量等の関係は一括して第3表に示した。また妊娠及び分娩後の各時期に於けるリラキシンの消長の関係は第1図に示した。

Fig. 1. Relationship between the amount of relaxin in the blood serum of cow of the Japanese Black breed and the stage of gestation.



これによつてみると、和牛の血清1 cc. 中には妊娠略40日くらいで略0.8GPU程度リラキシンがみられる。その後2~3ヶ月の間に徐々に増加するが、その後は急激に増加して6~7ヶ月頃には略3.6単位くらいまで増加する。而してその後は分娩まで略同じ水準が保持されている。

分娩前は直前まで前述の妊娠中の最高水準が保たれているが分娩後は急激に減少する。即ち分娩後12時間の血清中のリラキシンは妊娠中の最高水準の略 $\frac{1}{2}$ の量となり、2日目には更にその

Table 3. Concentration of relaxin in the blood serum of cow of the Japanese Black breed during pregnancy and after parturition.

	No. of serum	Stage of gestation days	No. of cow	Dose of serum injected	Number of guinea pigs	No. of animals showing positive response	percentile response %	Relaxin amount GPU/cc.
During pregnancy	1	40	4	0.5	9	2	22	0.78
	2	54	5	0.5	10	2	20	0.72
	3	70	4	0.4	12	6	50	1.82
	4	84	5	0.5	11	3	27	0.92
	5	88	2	0.5	10	3	30	1.00
	6	118	2	0.5	12	6	50	1.46
	7	122	1	0.4	12	3	50	1.82
	8	131	4	0.5	11	5	45	1.36
	9	145	5	0.3	9	3	33	1.78
	10	154	1	0.3	9	4	44	2.23
	11	163	3	0.3	12	5	41	2.10
	12	193	3	0.2	9	3	33	2.68
	13	205	5	0.2	9	4	44	3.35
	14	209	2	0.2	11	4	36	2.84
	15	223	4	0.2	10	5	50	3.65
	16	240	2	0.2	9	4	44	3.35
	17	245	1	0.2	12	6	50	3.65
	18	254	3	0.2	9	3	33	2.68
	19	254	4	0.2	10	4	40	3.10
	20	265	5	0.2	10	4	40	3.10
	21	270	2	0.2	9	4	44	3.35
	22	276	1	0.2	10	5	50	3.65
	23	277	9	0.5	8	6	75	2.50
	24	284	7	0.2	10	5	50	3.65
	25	284	6	0.25	10	4	40	2.50
	26	284	8	0.2	11	5	45	3.40
	27	285	3	0.2	9	4	44	3.35
After parturition	28	1/2	10	0.5	8	4	50	1.46
	29	2	7	0.5	10	2	20	0.72
	30	3	6	0.5	10	2	20	0.72
	31	3	8	0.4	10	1	10	0.56
	32	5	6	0.5	10	1	10	0.45
	33	8	1	0.5	10	0	0	0
	34	9	4	0.5	10	1	10	0.45

Note: The daily dose of estradiol benzoate used in the pretreatment in the original method, 0.83  $\gamma$ , was changed to 0.80  $\gamma$ , in our method.

半量となり, 以後漸減して8日目くらいにはリラキシンは全く検出されないか, 痕跡程度になっている。此のリラキシンの消長の曲線は, 前報のホルスタイン種の場合と殆んど全く軌を一にしている。但しホルスタイン種の場合に比し濃度が若干低い様に思われるが, こう云う検定方法に

於いて、これだけの材料から、それを断定することは困難である。

乳牛と和牛では模範妊娠期間が異つており、また一方は乳用であり他方は非乳用である。従つて生理的差異や能力的差異の由来する根源として内分泌学的の面に於いて何等かの差異のあることは想像に難くない。

J. R. Elliott and C. W. Turner (1951) や F. A. Garrett and R. V. Talmage (1953) などの研究により、リラキシンは estrogen の potentiator であり大量に用いた場合、乳腺拡散因子の増加を来たし、また乳腺の発達を結果することが示されている。乳用種であるホルスタイン種では、斯かる乳腺の発達に関与する物質に関して量的に和牛に優つていることの可能性を拒むことは出来ない様に思われる。然しながら、たとえ血清中のリラキシンに量的差異があるとしても、こゝに得られた程度の差で、而かも僅かの成績から品種間に於ける生理的差異や模範妊娠期間などの差異を説明することは困難である。

Hammond (1937) によつて示された家兎の胎盤の発達と Mardar, S. N. and Money, W. L. (1944) により報告せられた家兎血清中のリラキシンの消長から推して、乳牛に於けるリラキシンの消長と胎盤の発達との間に密接な関係のあることを筆者等は推測したが、和牛の場合も全く同様なことが言えるものと思われる。而して之は分娩後に於けるリラキシンの濃度の急激な減少により、一層その可能性が高まるものと言えよう。

Hisaw その他の研究により、リラキシンが黄体や胎盤に含まれていることは早くから知られていたが、Albert, Money and Zarrow (1947) の研究により卵巢の黄体以外の部分もリラキシンを含んでいることが実証された。従つて胎盤以外に黄体その他も、リラキシン生成に関与しているであろうが、分娩直後の急激な此のホルモンの減少は、むしろ胎盤の方がリラキシン生成により大きな関係をもっていることを暗示している様に思われる。

大川 (1953) は和牛について妊娠及び分娩に伴う恥骨結合離開並に復旧に関する骨盤の変化を骨盤入口及び出口と形態的關係位置にあると思われる腰角幅(両臑結節間)臑幅(両前大転子間)等、主要7部位の測定を行つた。その結果、妊娠による骨盤の変化は、妊娠3ヶ月頃から現われ始める。而して恥骨縫合を軸として両側腸骨体より薦結節に至る部位が両外側に翻転開張を続け、妊娠7~8ヶ月頃から骨盤の全般的な離開を示し、足胞期の前、中の2期に最大の離開状態となり、娩出後は速やかに旧位に復し、坐骨幅及び薦坐端長の復旧が分娩後6日頃に終るものらしいことを報告している。此の骨盤の状態の変化の時期的関係は、こゝに筆者等が報告した和牛血清中のリラキシンの濃度の消長と非常によく符合していることは興味深いことであり、乳牛の場合も略同様なことが云われるものと思われる。これらのことから乳牛の場合と同様、和牛に於いても妊娠末期に於ける薦坐韌帯の弛緩、及びそれに伴う尾根部両側の陥凹等の諸現象は何れもリラキシンと一連の関係があるものであらうと思われる。

また一部の血清については、1回の注射後、骨盤の弛緩状態の持続時間を触診により調査したが、その結果は一括して第4表に示した。これによつてみると、モルモット1頭当り血清リラキシン量が少量のとき、例えば0.36GPU くらいより以下の時は弛緩は略24時間以内に復旧しているが、例外はあるが前述の量以上の用量では、より長時間弛緩している。従つて一般に多量のリラキシンの注射によつて惹起される骨盤の弛緩は、その復旧に対し、リラキシン用量の少ない場合よりも、より長時間を要することがわかる。

Table 4. Hours during which pubic symphysis of guinea pig remained relaxed after a single injection of the blood serum.

No. of serum	Dose of serum	Relaxin amount of serum GPU/cc.	Dose of serum injected GPU	No. of guinea pigs	Hours after injection									
					6 hrs		12 hrs		24 hrs		36 hrs		48 hrs	
					No. of animals showing positive response	percentage response %	No. of animals showing positive response	percentage response %	No. of animals showing positive response	percentage response %	No. of animals showing positive response	percentage response %	No. of animals showing positive response	percentage response %
1	0.5	0.78	0.39	9	2	22	1	11	1	11	—	—	0	0
2	0.5	0.72	0.36	10	2	20	2	20	1	10	—	—	0	0
3	0.5	0.72	0.36	10	2	20	2	20	0	0	—	—	0	0
4	0.5	0.92	0.46	11	3	27	3	27	2	18	1	9	0	0
5	0.5	1.00	0.50	10	3	30	—	—	0	0	—	—	0	0
6	0.5	1.46	0.73	12	6	50	5	42	4	33	—	—	0	0
7	0.4	1.82	0.73	12	6	50	5	42	3	25	2	16	0	0
9	0.3	1.78	0.53	9	3	33	2	22	1	11	1	11	0	0
10	0.3	2.23	0.67	9	4	44	1	11	1	11	—	—	0	0
11	0.3	2.10	0.63	12	5	42	4	33	2	16	—	—	0	0
12	0.2	2.68	0.53	9	3	33	2	22	0	0	—	—	0	0
13	0.2	3.35	0.63	9	4	44	3	33	3	33	2	22	0	0
14	0.2	2.84	0.56	11	4	36	—	—	1	9	—	—	0	0
15	0.2	3.65	0.62	10	5	50	3	30	2	20	1	10	0	0
16	0.2	3.35	0.67	9	4	44	4	44	2	22	2	22	0	0
17	0.2	3.65	0.73	12	6	50	5	42	3	33	3	33	0	0
18	0.2	2.68	0.53	9	3	33	3	33	2	22	1	11	0	0
19	0.2	3.10	0.73	10	4	40	4	40	1	10	1	10	0	0
20	0.2	3.10	0.62	10	4	40	4	40	2	20	1	10	0	0
21	0.2	3.35	0.67	9	4	44	4	44	2	22	1	11	0	0
22	0.2	3.65	0.73	10	5	50	4	40	1	10	—	—	0	0
27	0.2	3.35	0.67	9	4	44	4	44	3	33	3	33	0	0
29	0.5	0.72	0.36	10	2	20	1	10	0	0	—	—	0	0
30	0.5	0.36	0.36	10	2	20	1	10	0	0	—	—	0	0
31	0.4	0.56	0.22	10	1	10	—	—	0	0	—	—	0	0
32	0.5	0.45	0.22	10	1	10	—	0	—	—	—	—	0	0
35	0.2	2.84	0.56	11	4	36	4	36	3	27	—	—	0	0

本研究を行うにあたり京大教授上坂章次博士の御助言を賜つた。また供試牛その他に関し岡山県千屋種畜場長梶並久雄氏、及び同技師嘉寿頼栄氏から多大の御援助を戴いた。

また、Dr. E. H. Frieden (Arthritis Research Laboratory, New England medical Center, Boston, Mass.) 及び Dr. R. R. V. Talmage (Rice Institute, Houston, Texas) 及び Dr. A. E. Dracy (Dairy Husbandry Bacteriology Dept, State College of S. Dok.) からリラキシンに関する文献を戴き、特に Dr. E. H. Frieden からは貴重なリラキシン製品を戴いた。ここに記して衷心より深謝の意を表する。

尚、本研究の一部は文部省科学研究助成費によつて行つた。当局に謝意を表する。

### 摘 要

(1) 和牛の妊娠及び分娩後の各時期の血清34例につき、そのリラキシンを検定した。

(2) リラキシンの検定は Abramowitz et al. (1944) の方法を僅かに修飾した方法（前処理に於ける Estradiol benzoate の日量を 0.8 $\mu$  にした）によつて行い、リラキシンの単位を GPU で示した。

リラキシンの単位の計算を容易にする為、Abramowitz et al. の描いた標準曲線を方眼紙上に拡大複写し、反応率と用量の関係を一つの Standard table にした。而してこれに試験動物の反応率をあてはめればリラキシンの単位を読みとることが出来る。

(3) これらの試験の成績は第3表に示し、また曲線として第1図に示した。被検血清は妊娠の略1ヶ月過ぎから 0.8GPU 程度のリラキシンを含んでいた。リラキシン含量は6~7月頃までは比較的急激に増加し、而して最高値（略3.6GPU）に達し極く僅かに増加しながら妊娠の残余の期間、維持せられる。

(4) 分娩後、血液中に於けるリラキシンの濃度は急に低下し、そして減少を続けた。分娩後1週間すると、その濃度は痕跡程度又は検知し得ざる量にまで減少する。

(5) 此の血清中に於けるリラキシンの曲線の型は筆者等が前報で報じた乳牛のそれと一致しており、また大川 (1953) が報じた和牛の妊娠及び分娩後の骨盤の弛緩及び復旧の状態とよく符合している。

(6) これらのことから妊娠後期及び分娩時に於ける骨盤の靱帯の弛緩や、その離開には、リラキシンが少くともその原因の或る部分を担っているものと思われる。

(7) 血清リラキシンを多量注射されたものは、一般的に反応率も大きい、骨盤弛緩の持続時間も長かつた。

(8) 血清リラキシンの含量と産次や産楨の性との間には関係がなかつた。

### 文 献

- 1) Abramowitz, A.A., Money, W.J., Zarrow, M.X., Talmage, R.V., Kleinholz, L.H. and Hisaw, F.L. (1944) : Preparation, biological assay and properties of relaxin. *Endocrinol.*, **34**, 103~114.
- 2) Dukes, H.H. (1951) : *The physiology of domestic animals*. 6th. Ed., 741, Comstock Publishing Company
- 3) Elliott, J.R. and Turner, C.W. (1951) : Mammary spreading factor and relaxin. *Proc. Soc. Exper. Biol. and Med.*, **77**, 33~35.
- 4) Elliott, J.R. and Turner, C.W. (1953) : The mammary gland spreadina factor. University of Missouri College of Agriculture, Agricultural experiment station, Research Bul. No. 537.
- 5) Emmens, C.W. (1950) : *Hormone Assay*. 435~440, Academic Press Inc., Publishers, New York
- 6) Frieden, E.H. (1951) : The effects of cystine and other reducing agents upon relaxin. *Archives of Biochemistry*, **30**, 138~143.
- 7) Frieden, E.H. and Hisaw, F.L. (1953) : Recent progress in hormone research. *The biochemistry of relaxin. Proceedings of the Laurentian Hormone Conference*, Vol. **8**, 333~378.
- 8) Hall, K. (1950) : The effect of oestrone and progesterone on the histological structure of the symphysis pubis of the castrated female mouse. *J. Endocrinol.*, **7**, 55~63.
- 9) Hall, K. (1950) : The effect of hysterectomy on the action of oestrone on the symphysis pubis of ovariectomized mice. *J. Endocrinol.*, **7**, 299~306.



- 10) Hisaw, F.L. (1926) : Experimental relaxation of the pubic ligament of the guinea pig. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., **23**, 661~663.
- 11) Hisaw, F.L., Zarrow, M.X., Money, W.L., Talmage, R.V.N. and Abramowitz, A.A. (1944) : Importance of the female reproductive tract in the formation of the relaxin. Endocrinol., **34**, 122~134.
- 12) Kliman, B. and Salphanick, H.A. (1952) : Relaxation of pubic symphysis of the mouse during the estrous cycle and pseudopregnancy. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., **81**, 201~202.
- 13) Marder, S.N. and Money, W.L. (1944) : Concentration of relaxin in the blood serum of pregnant and postpartum rabbits. Endocrinol, **34**, 115~121.
- 14) Okawa, T (1953) : Statistical observations in the changes of pelvis during the periods of pregnancy and delivery of the Japanese breed of cattle. (in Japanese) Chugoku-Shikoku Agr. Research, No. 4, 68~70.
- 15) Parkes, A.S. (1952) : Marshall's physiology of reproduction. Vol. 2, 313. Longmans, Green and Co. Ltd.
- 16) 佐藤繁雄, 星修三 (1952) : 家畜臨牀繁殖学, 109~117, 朝倉書店.
- 17) Talmage, R.V. and Hurst, W.R. (1950) : Variability in the response of the symphysis pubis of the guinea-pig to relaxin. J. Endocrinol., **7**, 24~30.
- 18) Talmage, R.V. (1950) : The role of estrogen in the estrogen-relaxin relationship in symphyseal relaxation. Endocrinol., **47**, 75~82.
- 19) Talmage, R.V. and Garrett, F.A. (1951) : Effect of repeated injections steroid and relaxin on the symphysis pubis of the guinea pig as studied by X-ray. Endocrinol., **48**, 162~168.
- 20) Todd, T.W. (1923) : The pubic symphysis of the guinea pig in relation to pregnancy and parturition. Am. J. Anat., **31**, 345~357.
- 21) Trentin, J.J. (1951) : Relaxin and mammary growth in the mouse. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., **78**, 9~11.
- 22) Wada, H and M. Yuhara : Studies on relaxin in ruminants. (1) Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum dairy cows (in Japanese). Jap. J. Zootech. Sci. (in press)
- 23) Zarrow, M.X. (1947) : Relaxin content of blood, urin and other tissues of pregnant and postpartum guinea pigs. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., **66**, 488~491.