

鶏卵の活動電位における雄雌鑑別方法と、pH 測定による生死の鑑別に関する研究

石井 猛・末田 孝博・門田 太司

岡山理科大学

1. 緒言

我が国は、現在世界有数の鶏卵生産国であり、また個人当たりの鶏卵消費量も世界で5指にも入っている。鶏卵は古くからも知られているように栄養価の高い食品として親しまれ、近年は更にその生産形式の近代化により、比較的安価な蛋白質としてその消費量は非常に大きく注目すべきことがある。

初生雛の雄雌鑑別方法として現在用いられている技法は、透視法、肛門鑑別法、チックテスター鑑別法（光学機械）であり、いずれも熟練した技術を必要とする。これに対し、今までよりも容易で安価な有効な鑑別方法として研究した結果、生物の持つ活動電位に着目しそれを利用した鑑別方法について詳細な実験を行なったのでここに報告する。

また、卵をふ化させるとすべてがふ化するとは限らない。卵はクチクラという蛋白質の薄い膜で覆われており、これにより雑菌の侵入を防いでいるが、傷や目に見えないようなヒビがはいると、そこから雑菌が侵入しふ化しなくなる。卵がふ化するかどうかは21日間37.5℃で保温しなければわからず、それ以前に見分ける方法の報告例は少ない。そこでpHにも着目し、pH測定により鑑別できないかなどを考察した。

2. 実験方法

2.1 活動電位

産出された各種鶏卵の活動電位の実験経過の記録をFig. 1のFlow chartに示す。もっとも代表的な卵用種（白色レグホーン系）の産出された鶏

卵20個（有精卵16個、無精卵4個）、および、地鶏系の鶏卵（有精卵6個）を、ふ卵器（37.5℃）に入れる。ふ化するまでの21日間の10日目、15日目、20日目にそれぞれの活動電位を測定（60秒間を3

産出された白色レグホーン系（有性卵：16個、無性卵：4個）と地鶏系の鶏卵（有性卵：6個）ふ卵器（37.5℃）

鶏卵の活動電流を測定 10日目
60秒間

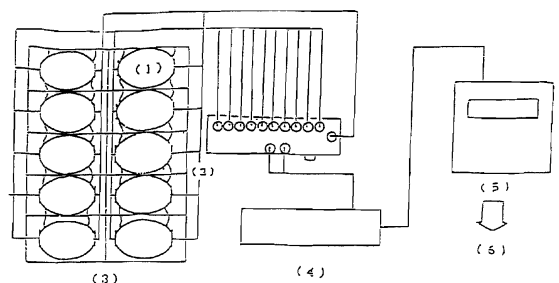
鶏卵の活動電流を測定 15日目
60秒間

鶏卵の活動電流を測定 20日目
60秒間

鶏卵のふ化 21日目

その変化を記録

Fig. 1 Flow chart



(1) Eggs (2) Vitoroade (3) Lead Case
(4) 10 Channel Switch Autoranging Picometer
(5) Date Collector (6) Computer

Fig. 2 M. E. Circuit

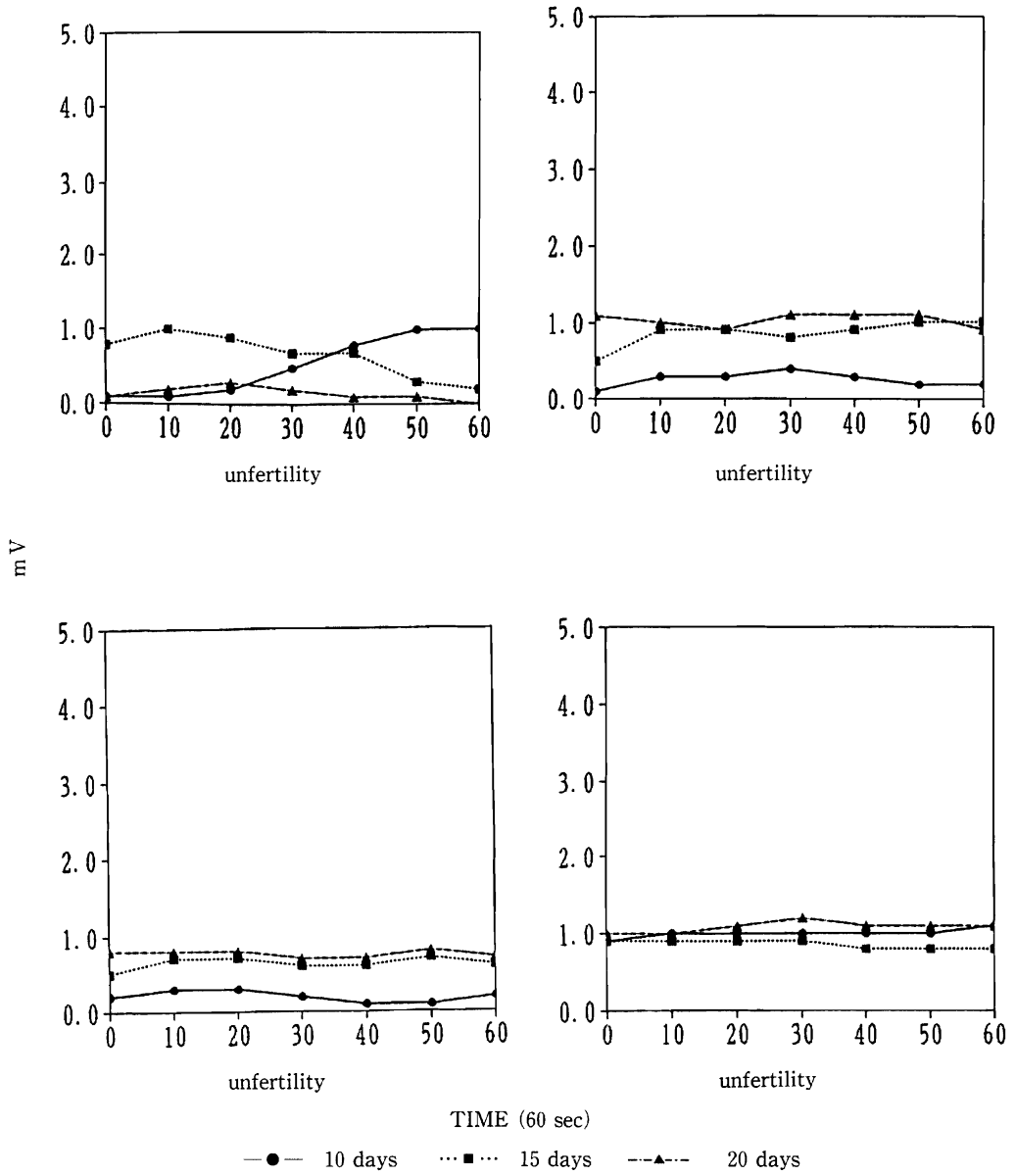


Fig. 3 Relationship between action potential and time

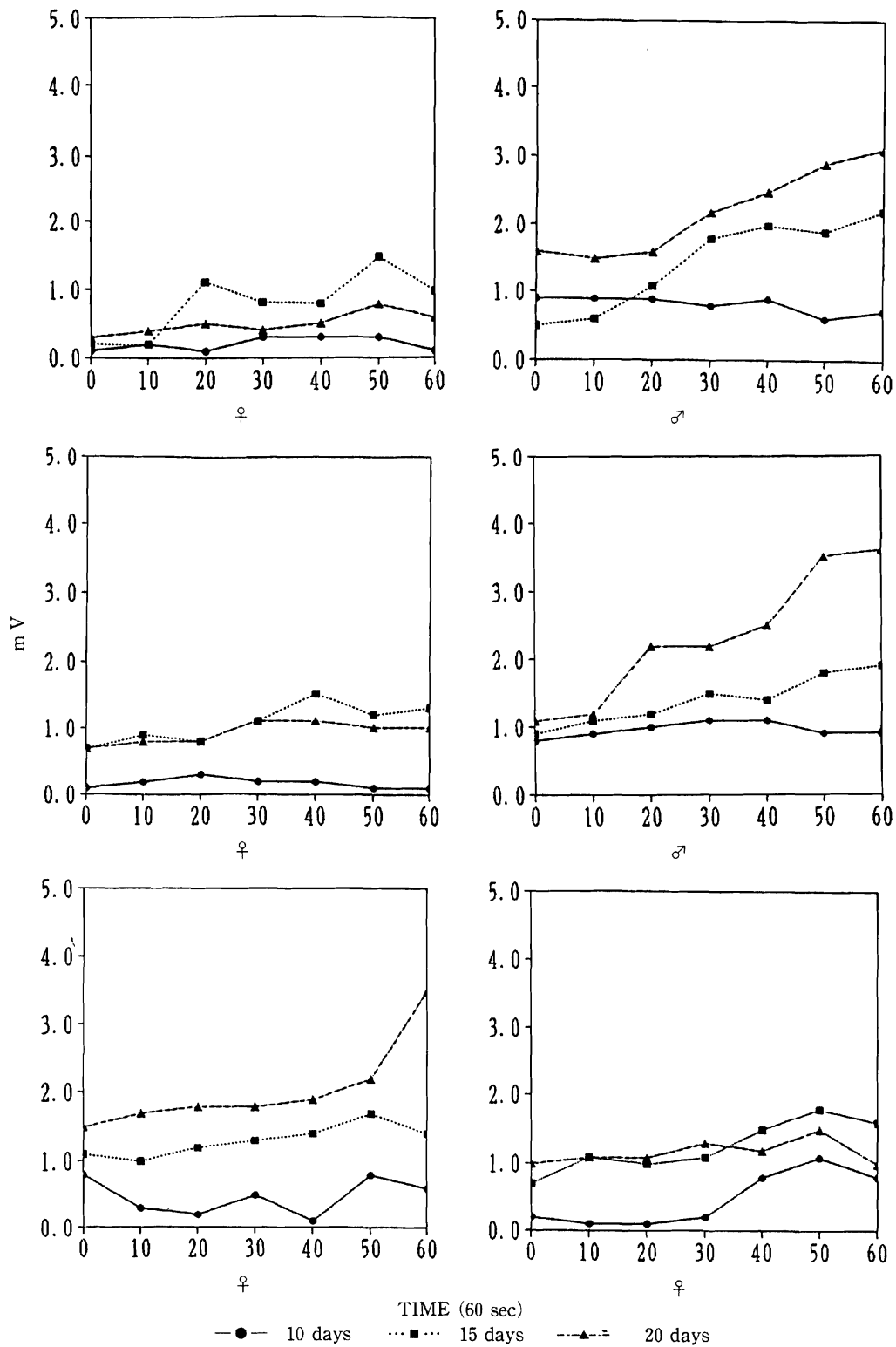


Fig. 4 Relationship between action potential and time

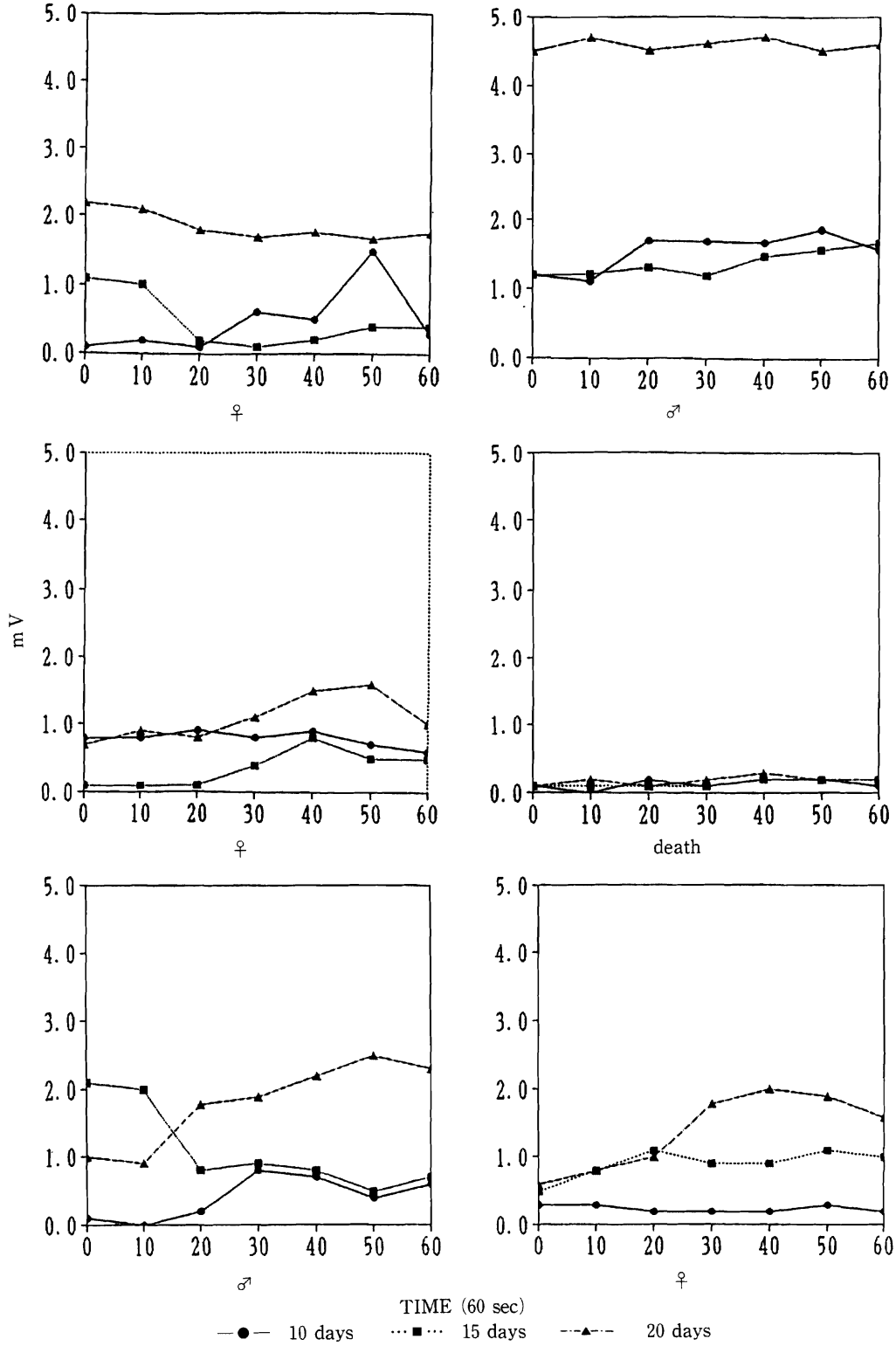


Fig. 5 Relationship between action potential and time

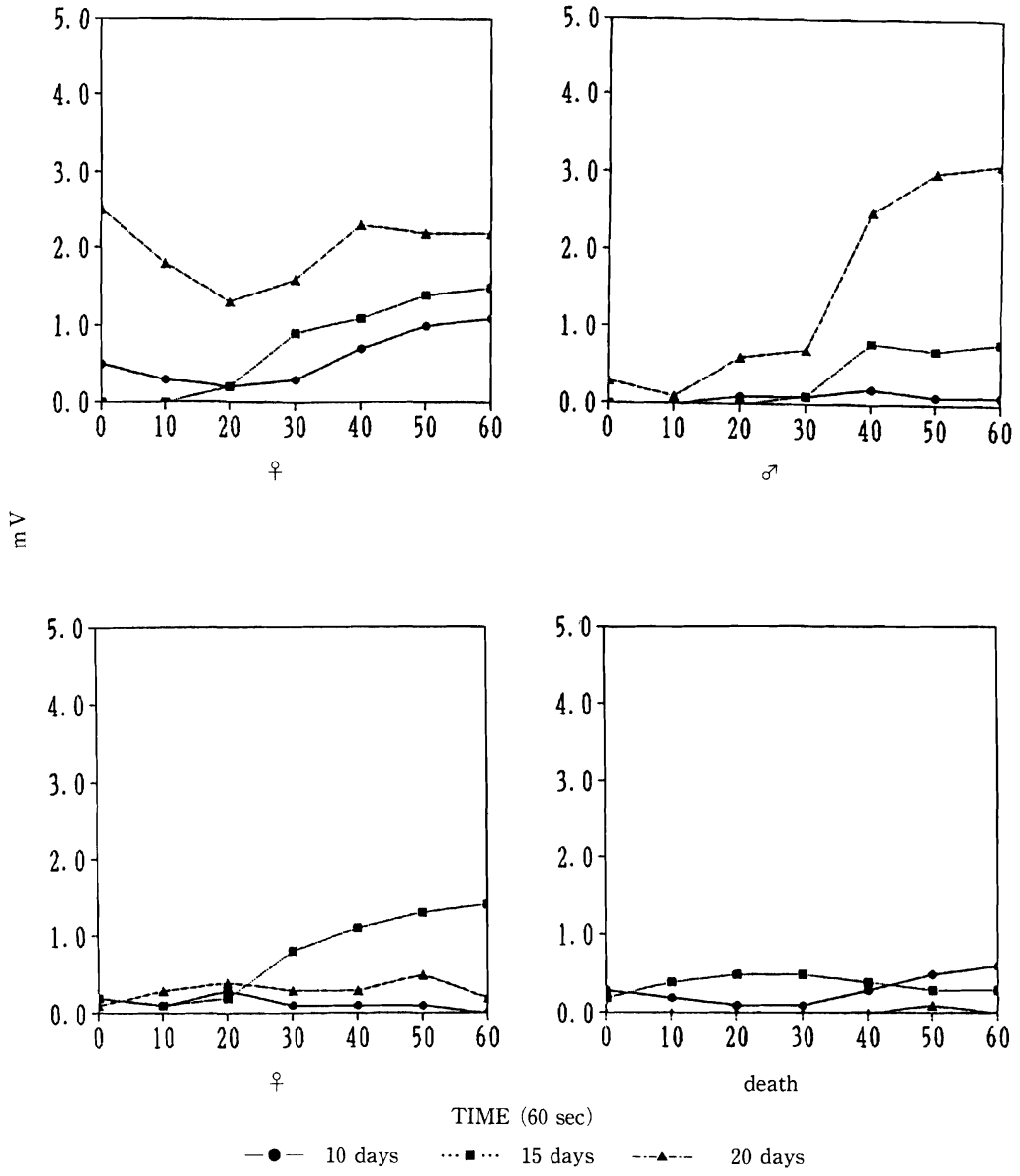


Fig. 6 Relationship between action potential and time

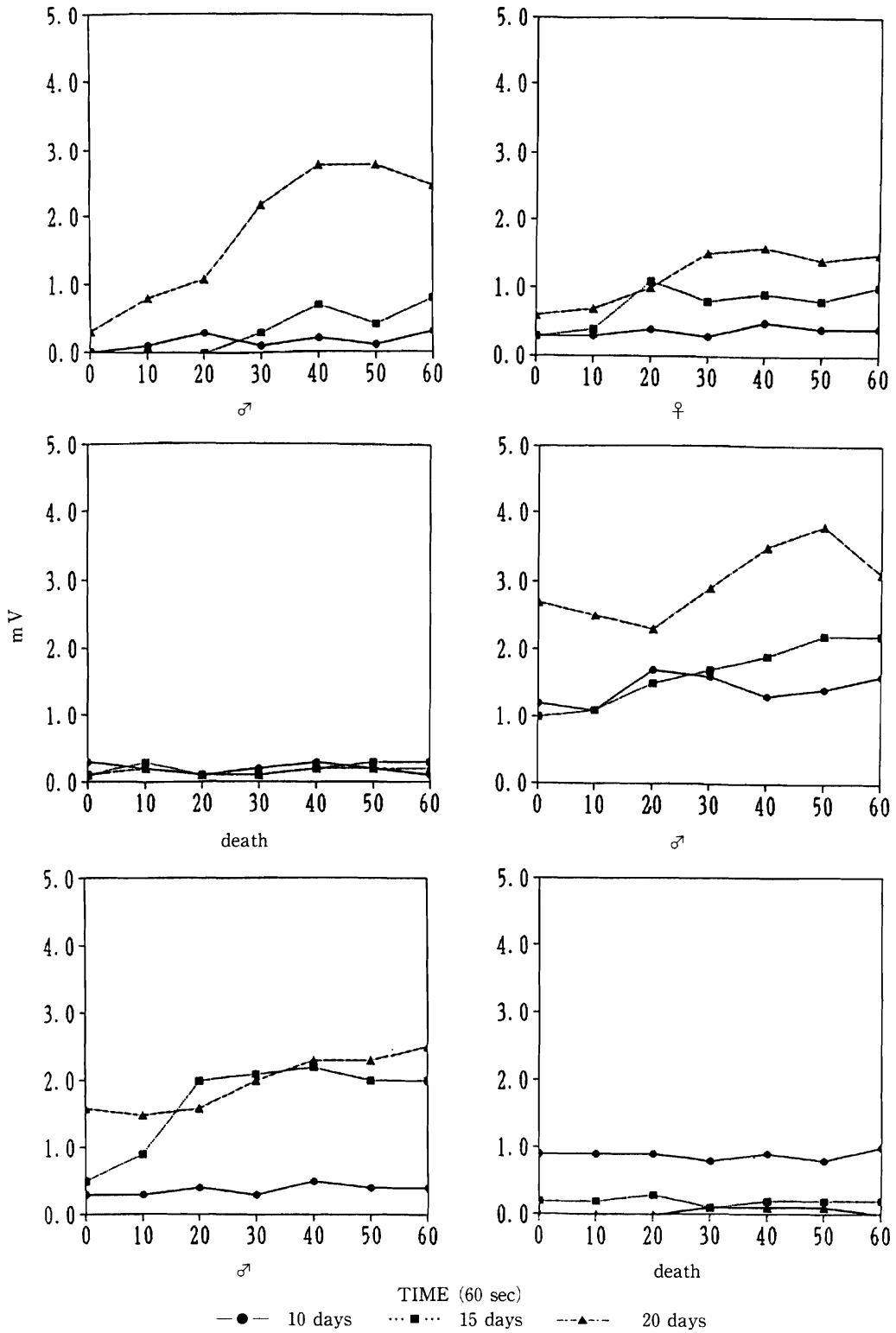


Fig. 7 Relationship between action potential and time (JIDORI)

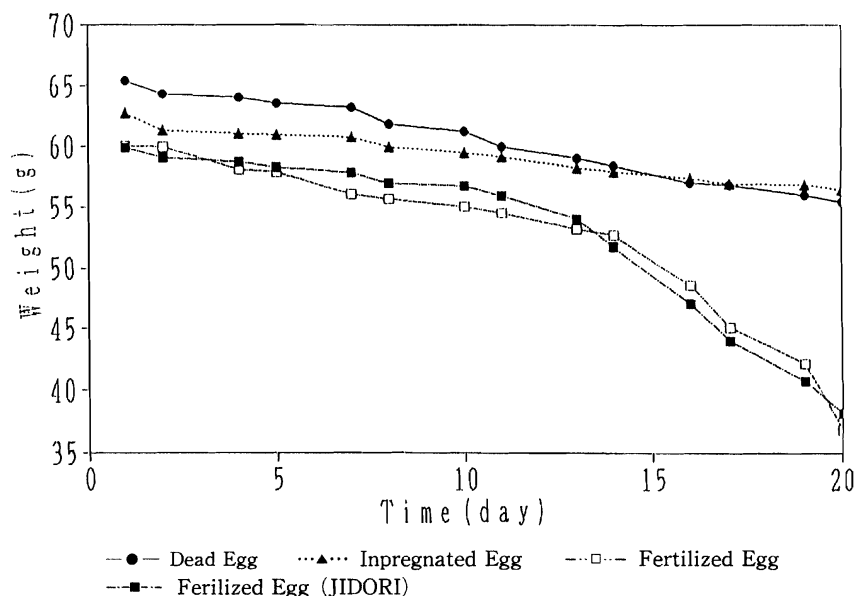


Fig. 8 Relationship between weight and time

Table 1 Weight of Eggs (g)

	死卵	無性卵	ふ卵	ふ卵
1日目	65.41	62.75	60.07	59.92
2日目	64.31	61.31	59.97	59.11
4日目	64.01	61.09	58.11	58.77
5日目	63.54	61.00	57.97	58.34
7日目	63.18	60.75	56.12	57.88
8日目	61.82	60.00	55.73	57.03
10日目	61.29	59.54	55.11	56.87
11日目	60.03	59.21	54.58	56.02
13日目	59.11	58.31	53.21	54.11
14日目	58.48	57.98	52.71	51.80
16日目	57.11	57.51	48.61	47.11
17日目	56.97	57.02	45.12	44.01
19日目	56.12	56.98	42.21	40.74
20日目	55.55	56.54	36.84	38.19

回)し、記録する。測定方法としては、Fig. 2の M. E. Circuit よりビドロード (ECG モニター用の電極) を卵の両端に取り付け、リードケースから10チャンネルスイッチのオートレンジピコメーターをへて、データコレクターにより検出しパソコンに接続する。尚、測定時は他からのノイズによる妨害を防ぐために各1個ずつ区別し鉛のケース内で測定する。また雄雌の鑑別および生死の鑑

別を測定するため、卵の重量変化と、卵の内部の透視をも行なう。実際の雄雌の鑑別に関しては、親鳥に成長してからつまり、4週間後に行なう。

測定に使用した脳波計の電極は、日本光電ビドロード G-25 (AG/CL)、データコレクターは、アンリツ AM-7101 を使用した。

2. 2 pH 測定

pH 測定の実験方法は、卵をふ卵器の中に入れ、21日間温め卵がふ化するまで毎日測定を行なった。測定方法は、サンプリングシートを卵に張りつけ、純水で濡らし pH センサーにより測定した。尚、pH センサーは、アドバンテック・ホリバ COMPACT・pH・METER・C-1 をそれぞれ使用した。

3. 結果および考察

3. 1 活動電位における結果および考察

3回の測定時に有精卵の電流変化が大きく変化の激しいものを雄、電流変化が小さく変化の少ないものを雌、無精卵および死亡した卵に関しては変化が見られないと予想した結果をそれぞれ、Fig. 3 から Fig. 7 に示す。Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7 は、電流測定時のそれぞれのグラフである。横軸に時間、縦軸に電流をとり、雄雌鑑別の判定結果によって正確度は約85%あった。

また、この時誤って鑑別したものは雌を雄としたものが多く、それらは外部からの妨害を拾ってしまうために実際の電流よりも高くなってしまったものと考えられる。白色レグホーン系の鶏卵と地鶏系の鶏卵の比較実験の結果としては、電流差はほとんど観察されなかった。そして測定中に死亡してしまった卵は確認する事ができたが、これは従来の鑑別方法である卵の重量変化鑑別方法と透視によって確認する事ができた。更に卵の重量変

化鑑別方法は Fig. 8 (Table 1) に示す。横軸に日数、縦軸に重量をプロットして比較すると、10日目以降により死亡した卵および無精卵に関しては、重量は変化しないのに対し、ふ卵は重量が減少して行き、やがてふ化する事が確認された。また卵に光を当てて中身を透視した様子は Fig. 9 の状態図により鑑別した。Fig. 9 から明らかな様に5日目から7日目は、受精卵はやや赤色を帯び、胚より四方に血管がのびており、死卵はこの放射

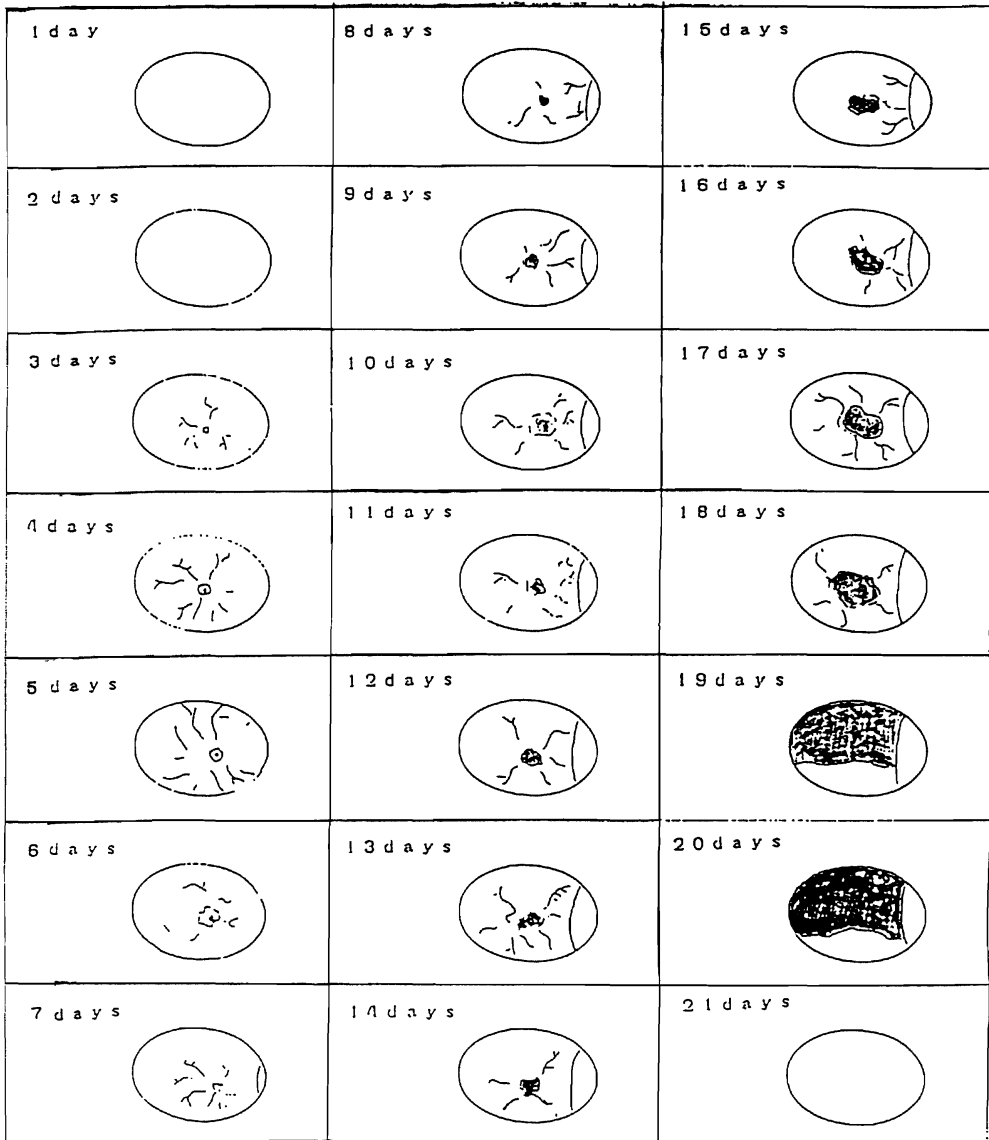


Fig. 9 Inspection of egg

した血管が確認できない。更に12日目から14日目については、受精卵は気質が明るく、それ以外は暗いので両者の境界がはっきりとしている。気質の近くまで血管が走っており、胚に時々動きが見られる。死卵は血管が多く見られず、暗黒部が大きく気質との境界がはっきりしない。上記と同様に、17日目から19日目については、受精卵は全体が黒く見えて、気質の内容は拡大し胚が動き気質と胚との境の所で観察され、死卵ではこの運動は認められない。この実験事実により確認されたが、原因としては、外部からの微生物の侵入によるものだと考えられる。これにより標準寒天培地を用いて菌の培養を行なった。その手法の内訳として、酵母エキス1.25 g、ブドウ糖0.5 g、ペプトン2.5 g、寒天7.5 gを精製水500mlに溶解し、オートクレーブを用いて121℃で15分間滅菌した後、約50℃に冷却する。その後、死卵と無精卵をそれぞれ用い36℃で48時間培養を行なう。この時無精卵の方には菌の繁殖は見られず、死卵の方は確認する事ができた。したがって、ふ卵器を清潔に保ち電流測定時のノイズを最小限に減少する事により、親鳥になる4週間で死亡する雛の鑑別が不能になるのを完全に無くする事ができる。また、雛になってからの鑑別方法として、羽を広げて小さい羽が雌、大きい羽が雄と確認する事も以上の実験結果から考察する事もできる。

3. 2 pH 測定における結果および考察

Fig. 10に示すように、生まれたての卵の卵白のpHは7.2で日数の経過と共にアルカリ性になっていき、pH 9.6付近まで上昇し、それ以後ゆっくり下降していく事が文献 (Fig. 10) によりわかっている。卵に傷やひびがはいっているなら正常な卵

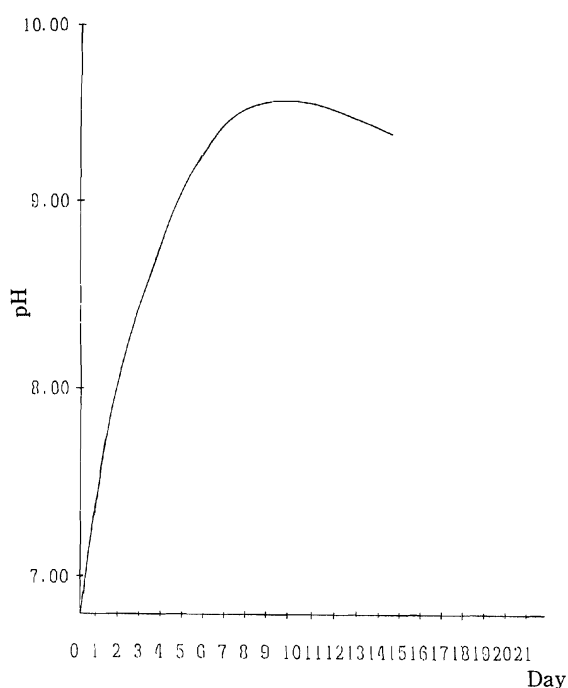


Fig. 10 Relationship between testing pH and Days

Table 2 pH of Eggs

No. Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	8.23	8.22	8.22	8.41	8.41	8.42	8.30	8.51	8.93	8.24
3	7.40	7.68	7.80	7.56	7.34	7.75	7.43	8.07	8.27	7.62
4	7.98	8.05	8.02	8.02	8.09	8.32	7.86	8.03	8.40	7.71
5	8.03	8.51	8.35	7.91	8.67	8.62	8.25	8.48	8.63	8.37
6	8.28	8.85	8.40	8.73	8.47	8.70	8.38	8.76	8.60	8.67
10	8.27	8.38	7.90	8.26	8.02	8.13	7.91	8.26	8.26	7.86
11	7.82	8.18	7.92	7.87	7.85	8.04	7.94	7.96	8.20	7.85
12	7.82	8.06	7.83	8.12	7.96	8.12	7.76	8.12	8.09	7.83
14	8.15	8.28	7.20	8.18	7.77	8.11	8.10	7.86	8.44	8.30
17	7.66	7.70	7.64	7.77	7.78	7.90	7.76	7.76	8.07	7.85
18	8.22	7.85	7.91	7.75	7.91	8.15	7.85	8.09	8.28	7.71
19	7.53	7.86	7.60	7.39	7.57	7.82	7.75	7.87	7.92	7.73
20	7.88	7.90	7.84	7.52	7.66	7.83	7.74	7.95	8.15	7.54
21	7.78	7.68	7.47	7.83	7.98	8.22	7.99	8.13	7.37	8.28

Table 3 pH of Eggs

No. Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	7.52	8.00	8.61	7.94	8.62	8.32	8.23	8.72	8.33	8.74
3	7.45	8.45	7.77	7.78	8.03	7.93	7.72	8.07	8.18	7.75
4	7.53	8.14	7.96	7.31	7.55	8.07	7.65	7.90	8.22	7.55
5	8.28	8.60	8.00	7.92	8.25	8.12	8.23	8.51	8.24	7.80
6	8.78	8.82	8.42	8.18	8.38	8.52	8.38	8.30	8.60	8.42
10	8.10	8.14	7.92	7.94	7.72	7.80	7.78	7.68	8.08	8.06
11	7.85	7.98	7.70	7.69	7.82	7.63	7.62	7.64	7.80	7.82
12	8.10	7.95	7.71	7.94	7.82	7.86	7.72	7.70	7.96	7.76
14	8.01	7.98	8.01	7.88	7.63	7.89	7.81	7.90	7.87	8.32
17	7.33	7.55	7.73	7.65	7.64	7.51	7.63	7.64	7.78	7.58
18	7.73	7.94	7.96	7.80	7.82	7.88	7.92	7.94	8.02	7.92
19	7.48	7.65	7.60	7.58	7.61	7.56	7.47	7.50	7.61	7.53
20	7.60	7.69	7.86	7.66	7.63	7.66	7.81	7.67	7.79	7.65
21	7.46	7.66	7.39	7.68	7.60	7.55	7.76	7.67	8.11	7.64

Table 4 pH of Eggs

No. Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	8.03	9.01	8.92	8.28	8.49	8.16	8.30	8.78	8.72	8.63
3	8.21	8.20	7.87	7.70	8.06	8.21	7.83	8.29	8.27	8.13
4	7.95	7.78	7.70	7.78	7.83	8.02	7.43	8.30	8.20	8.22
5	7.00	7.12	7.27	7.56	7.61	7.79	7.71	7.37	8.09	7.94
6	7.78	7.71	7.74	7.39	7.72	7.92	7.74	8.26	8.15	7.72
7	8.50	8.40	8.45	8.02	8.40	8.43	8.20	8.51	8.53	8.52
10	8.23	7.92	8.12	7.90	8.36	8.45	8.46	8.47	8.26	8.37
11	8.04	7.62	7.70	7.73	7.82	7.94	7.71	8.11	7.92	7.90
12	8.02	8.00	7.79	7.94	8.02	8.11	7.98	8.34	8.11	8.22
14	7.59	7.66	7.60	7.48	7.69	7.73	7.98	7.94	7.87	8.02
15	8.23	7.96	8.11	8.10	8.28	8.13	8.01	8.23	8.61	8.23
18	8.05	7.79	7.79	7.72	7.75	7.80	7.38	7.84	7.89	7.81
19	8.11	8.12	8.06	7.94	7.95	8.22	7.90	8.19	8.40	8.44
20	6.99	7.63	7.55	7.61	7.83	7.71	7.63	8.02	7.99	8.04

Table 5 pH of Eggs

No. Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	8.05	8.34	8.63	8.35	8.80	8.84	8.57	8.88	8.64	8.88
3	8.06	8.16	8.14	7.73	8.09	8.25	7.97	8.32	7.95	8.22
4	7.66	8.15	7.74	7.44	8.28	8.10	7.80	8.03	7.97	8.34
5	7.34	7.28	7.47	6.98	7.90	7.73	7.29	7.61	7.72	8.00
6	7.47	7.94	8.05	8.07	8.54	8.34	8.14	8.37	8.20	8.26
7	8.20	8.12	8.23	8.03	8.55	8.56	8.30	8.53	8.62	8.68
10	7.72	8.43	8.32	8.15	8.53	8.70	8.21	8.56	8.59	8.28
11	7.59	7.69	8.26	7.47	7.97	7.94	7.70	8.32	7.92	8.45
12	7.82	7.98	8.26	7.91	8.28	8.39	8.17	8.36	8.52	8.49
14	7.54	7.62	7.75	7.72	7.90	7.81	7.69	8.08	7.66	7.99
15	7.62	8.05	7.97	7.78	8.24	8.13	7.79	7.40	8.25	8.23
18	6.66	7.90	7.60	7.29	7.76	8.08	7.79	8.14	8.16	8.22
19	7.65	8.10	8.07	8.00	8.45	8.21	8.24	8.42	8.44	8.48
20	7.95	8.31	7.96	7.95	8.36	8.24	7.88	8.10	8.20	8.55

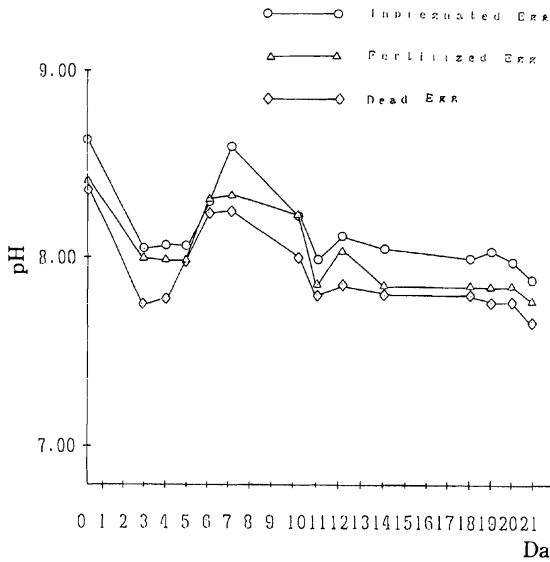


Fig. 11 Relationship between testing pH and Days

と違った変化が表われるものと考察される。pHの測定結果を Table 2, 3, 4, 5 それぞれに示す。No. 1 から No. 8 は有精卵, No. 9, 10 は無精卵である。No. 3, No. 7 はふ化しなかった。Fig. 10 と比べて全体的に pH が低い, これは殻の抵抗だと考えられる。pH は 6 日目, 7 日目で最大を示し,

それ以降下降している。更に Table 2, 3, 4, 5 の数値を無精卵, ふ化した卵, ふ化しなかった卵についてそれぞれ平均したものを Fig. 11 に示す。14 日目以降ふ化した卵と比較して無精卵は高く, ふ化しなかった卵は低いという傾向が認められた。この実験結果から無精卵, ふ化する卵, ふ化しない卵を pH により判別することが可能だと考えられる。

謝 辞

本実験にあたりまして鶏卵の各種を御提供下さり, また終始御指導, 有益な御助言を賜りました岡山県畜産センターの上野満弘先生をはじめ, 岡山県畜産センターの方々, 山陽電子工業㈱の方々に深く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 山田行雄他: “新編・養鶏ハンドブック”, P. 15, P. 609, P. 631 (1985), 養賢堂.
- 2) 奥野忠一編: “21世紀の食糧・農業”, P. 40, P. 131 (1979), 東京大学出版会.
- 3) 川井一之編: “生物資源開発は無限の宝庫だ”, P. 17, P. 42, P. 60 (1984), 東洋経済新報社.