

アヒルの摂食に及ぼす社会的刺激の影響

松 沢 安 夫

単飼よりも群飼において摂食量が多くなるという摂食の社会的促進 (social facilitation, ここでいう「社会的」とは、物理的その他の要因に対して、同種の他の個体によるある種の行動が促進的効果をもつ場合に、それを社会的要因とよぶ、という意味において用いられている)の現象は種々の動物で認められている^{1)~5)}。筆者も先に、ニワトリにおいて同様の傾向を認めている⁶⁾。しかし、アヒルについての知見はまったく見当たらない。

群居性の動物における社会的促進の現象は摂食行動においてのみならず、他の行動 (性行動, 学習行動, 卵の孵化など) においてもみられているが、とくに、摂食行動のそれは直接、生産効率に結びつくことだけに、畜産の分野では重要な意味をもつものと思われる。

しかるに、反面においては、同居個体の存在 (あるいは不在) によるストレスの摂食行動や生産性への影響も考えられるべきであろう。このようないわゆる社会的ストレス (social stress) については、げっ歯類についての知見はかなり得られているが^{7)~11)}、家畜ではニワトリとブタについて、主として飼育密度と生産性の関連にお

いて若干の研究がなされている程度である^{12)~17)}。

本実験では、上述のような事情にかんがみて、アヒルを用いて摂食の社会的促進の現象を摂食量、増体量の測定などの面から追求するとともに、一方、社会的ストレスの影響を調べるために、主に副腎の性状を肉眼のおよび組織学的に検索した。

材料および方法

当教室で孵化し、育雛器で群飼されていたカーキー・キャンベル (Khaki Cambell) 種のアヒル18羽 (雄9, 雌9) を1羽区, 2羽区, 3羽区の3区 (各区6羽) に分け、5週齢から20週齢まで飼育した。

飼育期間は1979年9月7日から同12月20日までである。飼育場所は本学畜産学科実験豚舎の開放式の豚房の一角であり、温湿度や明暗の調節はされていない。各ケージは直立2段に配置し、おのおののケージの間はベンヤ板で仕切り、視覚的な隔離を計った。1羽当りの空間は、どの区も30×60×60cmである (表1)。給餌器、給水器はケージの外に設置し、給餌、給水は毎日午前

Table 1. Number of ducks used and cage size.

Group	No. of ducks / cage	No. of cages used	No. of ducks used	Cage size (cm)		
				Width	Depth	Height
1	1	6	6	30	60	60
2	2	3	6	60	60	60
3	3	2	6	90	60	60

10~11時に行なった。飼料は市販のニワトリ用の配合飼料を用い、これに多量の水を加えて、どぶ飼い (fluid mash feeding) とした。

調査項目は、摂食量、体重、20週齢時における副腎、

生殖器の重量、副腎組織の皮質・髄質面積比、アドレナリン・ノルアドレナリン分泌部の面積比である。

摂食量については、1日おきに残量を濾過し、40℃前後で乾燥後、秤量して算出した。副腎組織の面積比は左

側の副腎をクロム処理後、パラフィン切片とし、ヘマトキシリンまたはトルイジン青染色を施し、Chalkley の打点法によって算出した。また、右側の副腎をHillarp-Hökfeltの方法によってヨード処理して、ノルアドレナリンを検出し、左側の副腎の髄質比との差により、アドレナリン・ノルアドレナリン分泌部の面積比を求めた。

なお、飼育期間中はアヒルの摂食時の行動や個体間の社会的関係の観察に留意した。

統計処理法としては、分散分析、最小有意差 (*l.s.d*) による平均値の対の差の検定などを用いた。

結 果

1. 摂食量

1) 週間摂食量

各区の週間摂食量を表 2, 図 1 に示す。摂食量は実験飼育の初期には、3羽区が他区より少ない傾向にあるが、

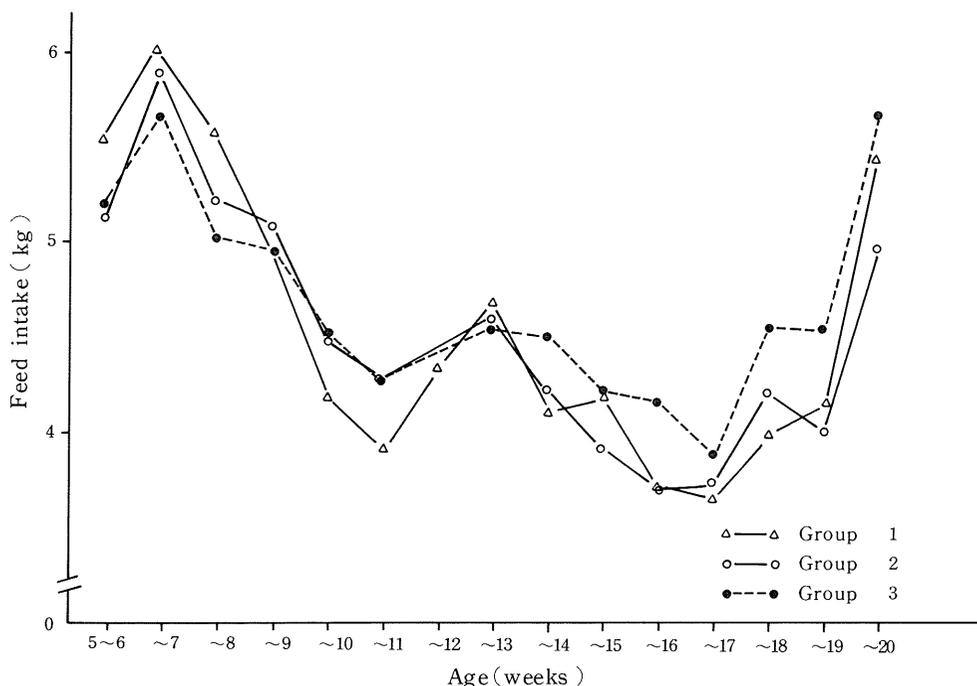


Fig 1. Total feed intakes of each group at each week.

以後次第に多くなり、14週齢以降は逆に他区より有意に多くなった。この傾向は、実験飼育期間を6~10週齢 (stage 1), 11~15週齢 (stage 2) および 16~20週齢 (stage 3) の3期に区分してみると、より明らかに示される (表 2, 図 2)。すなわち、飼育期間の中期

以後には3羽区の摂食量は他区に比べ有意に多くなっている。全期間の総摂食量は、飼育の後期と同様に3羽区 > 1羽区 > 2羽区のパターンを示した ($P < 0.001$)。

1羽区と2羽区の間には、全期間を通じて摂食量に大きな差はみられなかった。

Table 2. Average feed intake of six ducks in each group at each week and each stage.

Age (Weeks)	Feed intake (g)*		
	Group 1	Group 2	Group 3
6	925.5 ± 23.7 ^{b,d}	858.3 ± 5.7 ^d	868.0 ± 11.9 ^b
7	1005.0 ± 15.7 ^b	984.0 ± 8.1 ^a	944.5 ± 2.7 ^{a,b}
8	930.3 ± 25.4 ^{b,d}	871.3 ± 15.1 ^{a,b}	837.2 ± 4.8 ^{a,d}
9	826.2 ± 31.5	849.7 ± 43.5	826.7 ± 26.9
10	695.3 ± 16.5 ^{c,d}	747.5 ± 16.9 ^c	752.4 ± 33.1 ^b
11	651.8 ± 20.8 ^{b,d}	714.5 ± 1.8 ^d	711.2 ± 11.7 ^b
12	721.5 ± 30.9	743.2 ± 18.9	740.0 ± 19.4
13	779.8 ± 10.5	765.0 ± 26.8	757.5 ± 3.0
14	681.0 ± 19.1 ^d	703.3 ± 25.9 ^b	749.7 ± 17.3 ^{b,d}
15	694.2 ± 12.8 ^a	654.0 ± 26.0 ^{a,b}	702.2 ± 21.6 ^b
16	617.5 ± 14.4 ^d	618.8 ± 26.2 ^e	695.0 ± 4.1 ^{d,e}
17	607.0 ± 22.5 ^a	624.5 ± 15.4	649.2 ± 9.9 ^a
18	663.0 ± 19.6 ^{a,d}	701.2 ± 18.9 ^{a,b}	758.7 ± 7.5 ^{b,d}
19	686.3 ± 28.7 ^d	671.8 ± 19.9 ^e	752.7 ± 0.3 ^{d,e}
20	903.8 ± 53.3 ^{a,d}	829.7 ± 22.5 ^{d,e}	945.5 ± 3.8 ^{a,e}
Total	11388.3 ± 33.0 ^d	11336.2 ± 26.2 ^e	11690.2 ± 22.7 ^{a,e}
Stage**			
1	876.5 ± 59.8 ^b	862.2 ± 42.0 ^a	845.8 ± 34.8 ^{a,b}
2	705.7 ± 24.2 ^b	716.0 ± 21.1 ^a	732.1 ± 12.1 ^{a,b}
3	695.5 ± 60.5 ^d	689.2 ± 42.8 ^e	760.2 ± 56.4 ^{d,e}
Mean	759.2 ± 34.1 ^d	755.9 ± 27.8 ^e	779.4 ± 23.5 ^{d,e}

* : Mean ± S.E.

** : Stage 1,2 and 3 denote the age from 6 to 10,11 to 15 and 16 to 20 weeks old, respectively.

Mean values with the same superscript in both the same week and same stage are significantly different, a : p<0.05, b,c : p<0.01, d,e : p<0.001.

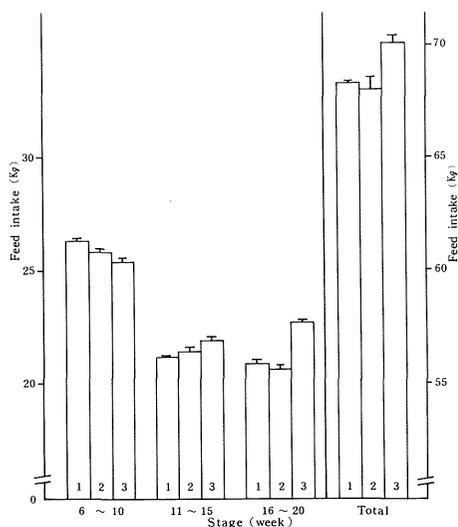


Fig.2. Total feed intakes of each group at each stage. Number 1,2 and 3 in the figure denote group 1,2 and 3, respectively.

2) 給餌回数の影響

1日の給餌回数を1回とした場合と、2回とした場合の摂食量を比較してみた。すなわち、13～14週齢、17～18週齢および19～20週齢の時期にそれぞれ1日ずつ2回給餌（通常の給餌後30分後に全残量を回収、再び新しい飼料を給与する）の日を設け、それぞれの週の他の6日間と比較したのである。

その結果、表3に示すように2回給餌は明らかに摂食量を増加させることが認められた（P<0.01）。この増加はどの区でもみられるが、3羽区ではその増加率は他区より低い傾向にあった（ただし、増加率に区間に有意差はなかった）。

Table 3. Effect of frequency of feeding on feed intake.

Age	Frequency	Feed intake (g) ¹⁾			
		Group 1	Group 2	Group 3	Mean±S.E.
13-14 wk old	Once ²⁾	97.4	98.9	105.4	99.6±2.1
	Twice	111.6**	106.6	117.2	111.2±2.6**
17-18 wk old	Once ²⁾	93.1	94.7	105.6	96.6±2.2
	Twice	104.3*	116.7	114.6	109.6±2.9**
19-20 wk old	Once ²⁾	126.4	115.9	133.2	124.8±3.7
	Twice	145.5	134.5*	146.5	142.7±8.7
Mean±S.E.	Once	106.1±10.3	104.3±6.5	114.7±8.7	107.2±8.9
	Twice	121.0±17.2	119.3±8.2*	126.1±9.9	121.5±13.5**

1) Data denote mean values of feed intakes of six ducks per day.

2) Mean values of feed intakes in the other six days without one twice feeding day.

* : P<0.05, ** : P<0.01

3) 給餌刺激の影響
飽食条件下でも、摂食を促進させうる何らかの刺激要因が、給餌という事象のなかに含まれているという可能性を検討するために、前記給餌回数の影響について行な

ったテスト結果を別の角度からみてみた。すなわち、給餌後最初の 30 分間にどの程度の量を摂食したかを調べてみた。
その結果、表 4 に示すように、1 日の総摂食量のうち

Table 4. Rate of feed intake within first 30 min after feeding*.

Age	Group 1	Group 2	Group 3
13 - 14 wk old	48.6	44.8	43.3
17 - 18 wk old	48.1	45.3	43.9
19 - 20 wk old	37.2	33.5	29.2
Mean±S.E.	45.9±4.6	41.8±1.4	38.8±3.3

* : Values denote the percentages to the total amounts of feed intakes in a whole day.

約 40% が給餌後最初の 30 分間に消費され、その量は 1 羽区、2 羽区、3 羽区の順に少なくなる傾向にあることが認められた。

2. 体 重

1) 各週齢体重

体重は 5 週齢から 8 週齢までは各区とも直線的に増加し、以後横ばいとなった。10 週齢以後 19 週齢までは、ほぼ 2 羽区 > 3 羽区 > 1 羽区の傾向であったが、20 週

齢時には 3 羽区 > 1 羽区 > 2 羽区となった (表 5, 図 3) 体重についての分散分析 (5 週齢の当初体重を除く) の結果は表 6 の通りであった。すなわち、処理間に有意の差があり (P < 0.01), また、摂食量の場合と同様に実験飼育期間を 3 つの stage に分けてそれぞれまとめると、stage 間の差は明らかに有意であった。

Table 5. Average body weight and its variation (standard deviation of body weight) of six ducks in each group at each week .

Age (weeks)	Body weight (g)					
	Group 1		Group 2		Group 3	
	Mean	S. D.	Mean	S. D.	Mean	S. D.
5	798.2	60.0	779.5	69.7	815.0	71.7
6	941.7	65.8 ^c	950.7	39.2 ^{c, d}	991.5	77.7 ^d
7	1161.7	71.8 ^c	1162.5	42.4 ^{c, d}	1208.7	77.1 ^a
8	1346.2	109.7 ^c	1349.7	80.9 ^{a, c}	1323.3	103.5 ^a
9	1319.8	97.0 ^{a, b}	1378.2 ^a	76.3 ^{a, d}	1312.0 ^a	118.6 ^{b, d}
10	1310.2	80.6	1374.0	69.7 ^c	1321.0	96.9 ^c
11	1364.7 ^a	97.2 ^d	1443.2 ^a	32.9 ^{d, e}	1402.3	96.1 ^e
12	1396.2 ^a	116.5 ^{a, d}	1479.3 ^a	72.0 ^{b, d}	1409.3	95.5 ^{a, b}
13	1464.5 ^a	106.9 ^d	1532.5 ^{a, c}	72.4 ^{d, e}	1436.2 ^c	122.4 ^e
14	1422.7 ^c	82.4 ^{a, d}	1509.5 ^{a, c}	103.0 ^a	1433.3 ^a	102.3 ^b
15	1437.0	72.0 ^{a, d}	1493.8	93.2 ^{a, e}	1451.5	132.9 ^{d, e}
16	1392.5 ^a	71.2 ^d	1467.0 ^a	76.2 ^e	1424.7	110.3 ^{d, e}
17	1407.7 ^d	51.3 ^{d, e}	1518.8 ^d	102.2 ^{a, d}	1462.2	123.9 ^{a, e}
18	1405.0 ^{a, c}	49.1 ^{d, e}	1495.8 ^c	88.4 ^d	1482.3 ^a	101.2 ^e
19	1459.2	99.8 ^a	1512.3	82.5 ^d	1498.0	122.8 ^{a, d}
20	1542.3	89.7 ^d	1527.3	85.4 ^e	1549.2	141.0 ^{d, e}
Mean	1323.1 ^{c, d}	82.6 ^d	1373.4 ^{d, e}	74.2 ^d	1345.0 ^{c, e}	106.3 ^d

Mean values with same superscript in the same week are significantly different ,
a,b : P < 0.05 , c : P < 0.01 , d,e : P < 0.001 .

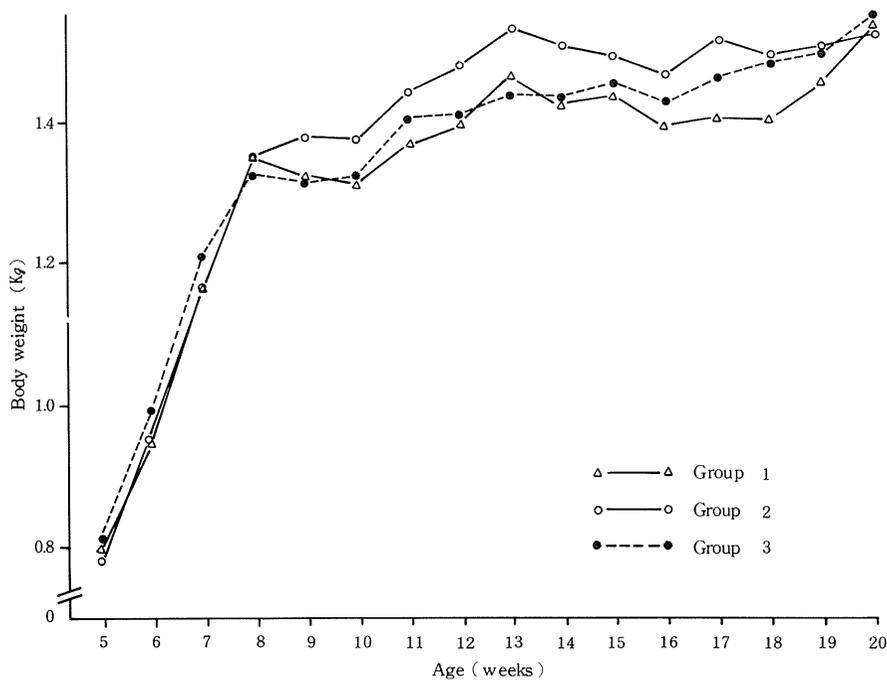


Fig. 3. Weekly changes of body weights.

Table 6. Analysis of variance for body weight and its variation (standard deviation of body weight) .

Source	Body weight		Variation of body weight	
	d . f .	M . S .	d . f .	M . S .
Weeks (W)	14	385033.1***	15	631.0*
Stages (S) ¹⁾	2	1617792.0***	3	1406.4**
Within S	12	179573.3***	12	437.2
Individuals (I)	17	84553.3***		
Groups (G)	2	68576.0***	2	4455.0***
Within G	15	86685.9***		
W x I	238	3060.7		
S x G	4	8472.0*	6	722.1*
Within S x G	24	3356.0		
Error	210	2923.9	24	219.6

1) Experimental period is divided into three stages, from 6 to 10, 11 to 15 and 16 to 20 weeks of age in body weight, and into four stages, 5 to 8, 9 to 12, 13 to 16 and 17 to 20 weeks of age in variation of body weight, respectively.

* : P < 0.05, ** : P < 0.01, *** : P < 0.001 .

そこで、最少有意差を求め、これによって各処理間、1 では処理間に有意の差はないが、stage 2 では 2 羽区 stage 間の検定を行なった結果、表 7 に示すように、stage の体重が他の 2 区より大きくなった (P < 0.01)。stage

Tabl 7. Average body weight and its variation in each group at each stage *

	Stage**	Group 1	Group 2	Group 3	Mean
Body weight (g)	1	1215.9 ^a	1243.0 ^a	1231.3 ^a	1230.1 ^d
	2	1417.0 ^b	1491.7 ^c	1426.5 ^b	1445.1 ^e
	3	1441.3 ^b	1504.3 ^c	1483.3 ^c	1476.3 ^f
	Mean	1358.1 ^g	1413.0 ^h	1380.4 ⁱ	
Variation in body weight	1	76.8 ^a	58.0 ^b	82.5 ^a	72.5 ^g
	2	97.8 ^c	62.7 ^b	101.8 ^c	87.4 ^h
	3	83.1 ^d	86.2 ^d	118.7 ^e	96.0 ⁱ
	4	72.5 ^a	89.6 ^d	122.2 ^f	94.8 ⁱ
	Mean	82.6 ^j	74.2 ^k	106.3 ^l	

* : Values having different superscripts are significantly differnt at P < 0.01 in both the rows and columns.

** : Stage 1, 2 and 3 denote the age from 6 to 10, 11 to 15 and 16 to 20 weeks old in upper table. and 5 to 8, 9 to 12 and 13 to 16 weeks old in lower table, respectively. Stage 4 in lower table denotes the age from 17 to 20 weeks old.

3 でも stage 2 と同様に 2 羽区 > 3 羽区 > 1 羽区の順で あるが、2 羽区と 3 羽区の差は有意でなくなる。しかし、

全体としては、2羽区>3羽区>1羽区の順であり、それぞれの区間差は有意であった ($P<0.01$)。

各stage間の差をみてみると、1羽区と2羽区では、stage 2, 3間に差はなくなるが、3羽区ではstage 1, 2, 3の間にはっきりした差が認められた ($P<0.01$)。

2) 体重のばらつき

各処理区ごとの体重の標準偏差によって体重のばらつきを表わした (表5)。13週齢までは2羽区のばらつきがつねに最小であり、14週齢以降は3羽区のそれが最大となっている。

分散分析の結果は、処理間および stage (5~8週齢

を stage 1, 9~12週齢を stage 2, 13~16週齢を stage 3, 17~20週齢を stage 4とする) 間に有意差を示した (表6)。各stage間の検定結果では、表7に示すように stage 1, 2では2羽区の体重のばらつきが他区より有意に小さく、stage 3, 4では3羽区のばらつきが大きくなっている。全体的には3羽区>1羽区>2羽区の関係になった。

3. 副腎重量と副腎組織の性状

1) 副腎重量

左右の副腎の合計重量とその体重比を表8に示した。

実重量、体重比はそれぞれ3羽区>2羽区>1羽区, 2

Table 8. Adrenal weight and its ratio to body weight.

Group	No. of Individuals	Adrenal weight (mg)	Body weight (g)	Adrenal / Body ($\times 10^{-3}$)
1	6	119.3 \pm 18.0 ¹⁾	1542.3 \pm 40.1	7.80 \pm 1.29
2	6	124.6 \pm 6.8	1527.3 \pm 38.2	8.14 \pm 0.30
3	6	125.2 \pm 14.5	1549.2 \pm 63.1	8.08 \pm 0.87

1) Mean \pm S. E.

羽区>3羽区>1羽区の順であったが、その差は有意ではなかった。

群飼区における同一ケージ内の各個体の副腎重量 (体重比) を比でみると、2羽区では1:1, 1:0.97, 1:0.78, 3羽区では1:0.83:0.73, 1:0.70:0.62となり、3羽区の方がよりばらつきが大きい傾向がうかがわれた。

また、副腎重量と最終 (20週齢) 体重、最終増体量および精巣・卵巣・卵管重量の間には相関は認められなかった。副腎重量 (体重比) の雌雄 (それぞれ9羽づつ) の差も有意ではなかった。

2) 皮質・髄質面積比

副腎の比質と髄質はクロム処理後、ヘマトキシリンまたはトルイジン青染色を施すことによって明瞭に識別された (図4)。

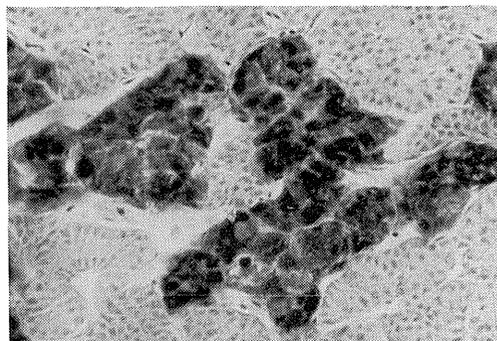


Fig. 4 Adrenal gland of 20 week old duck. Medullary cells stained green by chromaffin reaction and toluidine blue.

皮質の面積比は3羽区, 1羽区, 2羽区の順に小さくなっているが区間に有意の差は認められなかった (表9)。

Table 9. Area ratio of each part in adrenal gland tissue (%).

Group	No. of individuals	Cortex	Medulla	
			Adrenalin	Noradrenalin
1	6	64.2 ± 2.7 ¹⁾	29.7 ± 2.1	6.1 ± 1.0
2	6	61.6 ± 2.0	32.3 ± 2.6	6.1 ± 0.8
3	6	67.4 ± 2.9	25.9 ± 3.1	6.7 ± 1.4
Mean	18	64.4 ± 1.4	29.3 ± 1.5	6.3 ± 0.6

1) Mean ± S.E.

3) アドレナリン・ノルアドレナリン面積比
ノルアドレナリンのヨード酸法による反応を図5に示した。面積比はアドレナリン分泌部についてみると、2

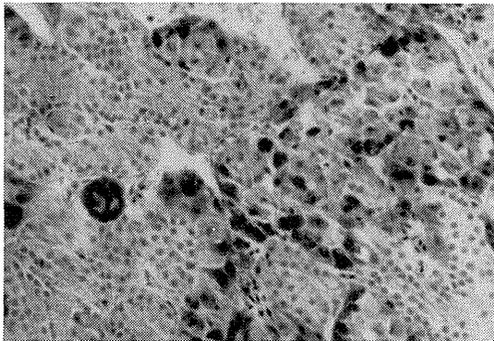


Fig.5 Adrenal gland of 20 week old duck. Noradrenaline demonstrated by iodate method.

羽区>1羽区>3羽区, ノルアドレナリン分泌部は3羽区>1羽区≒2羽区の傾向であった。また, アドレナリンとノルアドレナリン分泌部の面積比率は1羽区で4.9:1, 2羽区で5.3:1, 3羽区で3.9:1であった。しかし以上いづれの項目についても区間に有意の差は認められなかった。

考 察

週間摂食量について

5週齢から20週齢までの飼育期間において, 摂食量は1羽区と2羽区では大差ないが, 3羽区では14週齢以後は他区より有意に多くなり, 全期間の総摂食量も3羽区

>1羽区≒2羽区となった。このことは, アヒルにおいても摂食の社会的促進の現象が認められることを示しているといえよう。

筆者らは先に, ニワトリでやはり羽数の多い区の摂食量が多いという結果を得ている⁶⁾。すなわち, 4~11週齢(1回目)および4~12週齢(2回目)の雄白レグを用いた2回の実験において, 1羽区, 2羽区および6羽区の3区(各区6羽ずつ)の間で比較したところ, 6羽区の摂食量がほぼ全期間を通じて他の2区のそれよりも多かったのである。また, 体重もこの傾向に対応して6羽区がつねに他区より大きい値を示していた。中沢ら¹²⁾は雌鶏の1羽区, 2羽区, 3羽区の比較において, やはり3羽区の飼料消費量が多かったという結果を得, その原因として, 3羽が同時に飼料を摂取しようとするため, 飼料の飛散が他区より多いことを挙げている。しかし, 我々のニワトリでの実験では給餌器中にコイル状の針金を入れることにより, 飼料の飛散量は各区とも無視しうるほどの微量に抑えられていた。したがって, 中沢らの結果もその主因は社会的促進の効果であり, そのため13羽が同時に摂食しようとする摂食行動の同時性が生じたものと考えられる。

さて, 本実験では3羽区の摂食量が他区より有意に多く, 社会的促進の効果がみられたが, 2羽区では, むしろ1羽区より少なく(有意の差はない)最少であった。この原因として, 2羽区では個体間の優劣関係に基づく競合がより激しいことが予想され, ストレスの強さの指標として考えられる副腎の体重比が3つの区のうちでもっとも大きい傾向を示したことは, そのことを裏付けて

いるようにも思われる。

しかし、じっさいには、2羽区に限らずアヒルの場合にはニワトリにおけるような顕著な闘争はみられず、したがって、個体間の優劣関係も不明確であった。また、体重をみても2羽区のそれは他区よりもむしろ大きく、そのばらつきは最小であった。よって、2羽区の少ない摂食量の原因をにわかには上に推測することには無理があると思われ、その真因は今のところ不明である。ニワトリにおいては、前述の中沢らの場合には、3羽区>2羽区>1羽区、筆者らの成績では6羽区>2羽区>1羽区であり、いずれも羽数が多いほど摂食量が多い結果となっている。Robinson¹⁷⁾も雌ニワトリにおいて、2羽区はそれよりも個体数の多い区(3, 4, 6羽区)よりも摂食量が少ないと述べている。ただし、3, 4, 6羽区の間には有意の差は認められていない。

飼育期間の初期(stage 1)には、3羽区の摂食量が少なく、むしろ1羽区のそれがもっとも多いという傾向の原因も現時点では不明である。2, 3羽区では同一ケージ内における個体間の社会的順位関係が定着するまでの混乱が、初期の摂食量を少なくしている可能性も考えられるが、既述のように、個体間の顕著な闘争などのトラブルは、少なくとも表面的には観察されなかった。

また、週間摂食量の推移パターンをみると、本実験においては、3羽区の摂食量が飼育期間の初期には少なく、ニワトリにおけるような最多羽数区がほぼ全期間にわたってもっとも摂食量が多いという一定のパターンはみられなかった。さらに、アヒルの週間摂食量の推移は、ニワトリにおけるような週齢の進行にそって摂食量が増加するパターンとは異なり、増減を繰り返す不規則な停滞パターンを示している。

以上のようなアヒルとニワトリの摂食に関する相意点が種の違いによるものか、何らかの環境要因に起因するものかについては今後の研究に待たねばならない。

ただ、アヒルはニワトリに比べ、外部の刺激(人の接近、騒音など)によって、より騒じょうしやすいことが日常の飼育管理のなかからもうかがわれるので、そのような要因が摂食量に影響をもたらしていることも考えら

れよう。

本実験におけるアヒルの摂食量の停滞は、実験の性質上および収容設備の制限により、やむを得ず直立2段のケージ飼育とした飼育環境が悪影響をもたらしたことも一因となっているかもしれない。しかし、卵用種で、早熟のカーキー・キャンベル種では、摂食量が7週齢あたりで頭打ちになり、その後漸減するのはむしろふつうのようである¹⁸⁾。品種は異なるが、ペキン種¹⁹⁾、大阪アヒル²⁰⁾でも8週齢で一時摂食量が減少していることは興味深いことである。ただし、本実験では、のちに述べるように、8週齢以降は摂食量のみならず、増体量の停滞も顕著であった。

摂食に対する給餌刺激の影響について

給餌回数を増やすと摂食量が顕著に増加すること、および給餌後短時間(30分間)に多量(1日の全摂食量の約40%)の餌を摂取するという事実は、給餌という人の作業そのものがアヒルの摂食行動を誘発・促進させる刺激となる可能性を思わせる。じっさい、アヒルの摂食行動は給餌の直後に明らかに活発化していた。給餌量はつねに摂食予想量を上回るように給与されていたので、かなりの残餌があったにもかかわらず、この現象はみられたのである。

しかし、この原因としてただちに上述のような給餌作業の摂食促進説をとるわけにはいかない。つまり、更新給与された飼料そのものによるアヒルの食欲増進効果が当然考えられる。逆にいえば、給餌後時間の経過とともに飼料の物理的・化学的性状が変化を被むることによる嗜好性の低下である。ニワトリでも給餌開始当初に摂食行動が活発化することが知られているが、その原因は主として飼料中の比較的大粒のトウモロコシ細片の選択的摂取(ただし、その粒度のみに起因するか、質的なものも関与しているかは不明^{21)~23)})であるとされている。

摂食パターンについてみると、本実験でのアヒルは短時間のうちに多量のエサを摂取したことから、少なくとも本実験のような飼育条件下では、アヒルの摂食パターンは短時間貪食型を呈することを示している。藤田²¹⁾の用語を借りれば、食物を少量ずつ頻りに摂取するニワト

リなどにみられるようなnibblingに対して、アヒルの食性はmeal eatingのタイプに属することになる。

なお、給餌後30分間の摂食量を羽数との関係でみると1羽区、2羽区、3羽区の順で少なくなる。例数が少ないので断定は無理だが、もしこの傾向に一般性があるとすれば、3羽区は他区に比べて給餌回数増加の効果が比較的低いことも考え合わせると興味深い推論が成り立つかもしれない。すなわち、1羽区は同居者による摂食の促進刺激を受容する機会がないために、2、3羽区に比べて摂食行動解発のための給餌刺激の閾値が低下しているということ、逆に3羽区では同居者による刺激が主として作用している(社会的促進)ため、給餌刺激の閾値は高くなっているということが考えられるのではない。今後、さらに実験をかさねて検討する必要がある。

最後に摂食の社会的促進の行動学的意味について触れて、この項を終りたい。

ニワトリのヒナを用いて摂食の社会的促進の現象を認めたTolman⁴⁾は、鉛筆で仲間の嘴の動きをまねることによって摂食が惹き起されることから、この社会的促進は嘴のつき動作によってもたらされるとし、その起源は親の嘴の動きについて、そのそばをつつくヒナの行動にあることを暗示している。アヒルでも同様のことがいえると思われる。筆者らは屋外において、自然孵化したアヒルのヒナが雌親の嘴のそばをつつき回るのを観察している。

動物の行動は幼い時期の行動パターンにその原形を求めうる場合がしばしばみられる(たとえば、ある種の求愛行動など)。この摂食行動の場合には、より直接的にprimarilyに幼時の行動パターンが残存している例といえよう。Tolmanは摂食の社会的促進の適応的価値は、十分なエサが不断に与えられている飼育下では、あまり明らかでないが、つねにエサあさりをしなければならない自然環境下では、仲間の食べている動きへの反応は重要な意味をもつであろうと述べている。

体重について

体重は全体的にみると、2羽区>3羽区>1羽区の順で小さくなる傾向であったが、その週変化には区によ

て違いがみられた。すなわち、1、2羽区ではstage 2とstage 3の間に差がないことからわかるように、14、15週齢で成長が停滞しているのに対し、3羽区では体重が増え続け、stage 1、2、3間に有意の差が認められた。これは3羽区の摂食量が14週齢以降、社会的促進の効果として他区を上回ったことによると考えられる。

体重のばらつきは摂食量の差によることが当然予想される。個体別の摂食量が知られる1羽区でみると、摂食量と増体量の間には有意の正の相関がみられた($r=0.812$, $P<0.05$)。したがって、体重のばらつきは摂食量の差によると考えてよいであろう。

2、3羽区の場合も同様の相関があることが予想される。しかし、2、3羽区においては体重のばらつきはケージ間、ケージ内いづれにおけるばらつきがより大きく寄与しているのが不明である。このため、目下のところ、各区の体重のばらつきの大小から摂食の社会的促進について言及することはできなかった。

ところで、本実験でのアヒルの発育成績はよくなかった。芝田¹⁸⁾によれば、飼育条件は不明であるが、カーキー・キャンベル種の体重は6週齢で1,065g、8週齢で1,494g、10週齢で1,817g、20週齢では2,094gである。これに対して本実験では、全羽数の平均で示すと、それぞれ961g、1,340g、1,335gおよび1,541gに過ぎない。当教室のカーキー・キャンベル種は4年前に東京都畜試より導入したヤンセン系の子孫であるが、日本におけるカーキー・キャンベル種は系統により体重や体色に相違があり、純系と考えられるものは少ないという²⁴⁾。上の両者の成績の違いが単に飼育条件の違いによるのか、系統その他の要因も関与しているのか、現時点では不明である。

副腎重量について

副腎はストレスに対して顕著な感受性をもつことが知られている。すなわち、生体に飢餓、寒冷、薬物、電気ショックなど種々のストレスが加えられると、副腎のホルモン分泌機能が亢進し、ときには副腎が肥大する²⁵⁾。

また、同種の他の個体もこのようなストレスを惹き起す要因となりうる。各個体が過度に近接した状態を強い

られると、とくに高い集団密度のもとでは副腎肥大をはじめとして生殖器障害など種々の障害が生じてくる。逆に仲間との接触を絶たれた単飼という社会的隔離の状況も同じような病理作用を惹き起すとされている^{11), 26)}。

本実験では、各区のアヒルの副腎重量に有意の差は認められなかった。このことは本実験における同居個体の存在または不在の条件は、副腎重量に影響を及ぼすほどのストレスになっていなかったことを示すものと思われる。1羽区では飼育ケージが互いに隣接して、仕切り板で隔てられているだけであるため、聴覚的にはまったく隔離されていないなど、社会的隔離が不完全であったこと、2, 3羽区では敵対的行動がほとんど観察されなかったことなどにその原因があるものと考えられる。

副腎組織について

ストレスによる副腎の肥大はげっ歯類では副腎皮質の肥大によることが知られている^{8), 11), 26)}。ニワトリでも薬物(ホルマリン)による刺激で副腎の皮質細胞の肥大・増殖が認められている²⁷⁾。

また、一方において種々の情動的状態(怒り, 恐怖, 不安など)に副腎の髄質が明らかに反応することから、社会的ストレス時に交感神経・副腎系の活動が高められることが考えられる。社会的順位と副腎髄質に含まれるカテコラミン含量の関連¹¹⁾や2種のカテコラミン(アドレナリンとノルアドレナリン)の情動や攻撃性における分泌および作用上の差異なども示唆されている²⁸⁾。

したがって、社会的ストレスに対する副腎の機能を考える場合には、皮質、髄質双方についての検討が必要となる。

本実験では、副腎皮質の面積比は3羽区、1羽区、2羽区の順に小さくなったが、区間に有意の差はみられなかった。また、副腎重量と皮質の面積比の間に有意の相関は認められなかった。前述のようにストレス時の副腎肥大が皮質の肥大によるならば、副腎重量と皮質面積比は正の相関を示すはずである。本実験の結果はそのような相関を生ずるほどには副腎は肥大していなかったことを示しているといえよう。

副腎髄質については、アドレナリン分泌部の面積比は

2羽区が、ノルアドレナリン分泌部のそれは3羽区がそれぞれやや大きい区間に有意の差はなかった。

アドレナリンは軽微なストレスに対して全身的なホメオスタシスの保持に用いられるのに適し、ノルアドレナリンは強いストレスに対して迅速な活動を生むべく、エネルギーを集中的に使用するのに適しているといわれる²⁹⁾。恐怖とアドレナリン、怒りとノルアドレナリンの関連性や、攻撃的な動物種は非攻撃的な動物種よりも高いノルアドレナリン濃度をもつという知見もある。しかし、これらの知見に対しては例外も認められ、一定の結論を得るには至っていない³⁰⁾。

いづれにしても、副腎髄質ホルモンは神経分泌ホルモンであるため、研究上、条件の設定がきわめて難しい。本実験においても、長期間の飼育条件設定によるストレスの累積効果が考えられる反面、“慣れ”による消去もありうるであろう。今後、実験条件の吟味と、より精度の高い分析方法の採用とによってさらに詳細な検討を行なう必要がある。

なお、副腎の皮質・髄質面積比は平均で皮質64.4%、髄質35.6%であり、従来のニワトリにおける成績^{31), 32)}と近似していた。また、皮質・髄質面積比を雌雄別にみると、雄は雌よりも有意に皮質が小さく(雄60.0 ± 1.5%、雌68.8 ± 1.2%、 $P < 0.001$)、髄質が大きいという結果が得られた。この所見もニワトリでの成績³²⁾と一致している。

最後に、アドレナリンとノルアドレナリンは副腎髄質の同一細胞から分泌されるとする説もあるが、少なくともニワトリやドバトでは、それぞれ別個の細胞から分泌されると考えられている³²⁾。本実験におけるアヒルの場合にも、それらの分布状態や細胞の大きさ、形状からみて、2種のホルモンは2種の細胞から分泌されていると判断された。

要 約

アヒルにおける摂食の社会的促進の効果と社会的ストレスの影響を調べることを目的として以下の実験を行なった。

カーキー・キャンベル種のアヒルを1, 2, 3羽区に分け(各区とも6羽, 1羽当りの空間は各区とも30×60×60cm), 5週齢から20週齢まで飼育した。調査項目は摂食量, 各週体重, 20週齢時における副腎重量, 副腎皮質・髓質面積比, アドレナリン・ノルアドレナリン分泌部の面積比などである。

週間摂食量は14週齢以降, 3羽区が他区より多くなり, 全期間の総摂食量も同様の結果となった。1日の給餌回数を2回にすると, どの区でも1回の場合に比べて顕著に摂食量が増加した。また, 給餌後30分間に1日の全摂食量の約40%を摂食していることが知られ, この給餌直後の摂食量は1羽区で多く, 3羽区で少ない傾向がみられた。

体重は2羽区, 3羽区, 1羽区の順に小さくなることが認められた。体重のばらつきは2羽区が他区より小さかった。

副腎重量には区間に有意の差は認められず, 体重および生殖器重量との間に相関もみられなかった。副腎皮質・髓質面積比, アドレナリン・ノルアドレナリン分泌部面積比についても区間に有意の差は認められなかった。

以上の成績から, アヒルの摂食の社会的促進の効果は3羽区で認められたが, 副腎重量および副腎組織面積比からみた社会的ストレスの影響は不明であった。

本論文を御校閲下さった本学の白坂昭治助教授に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 小野嘉明: 科学, **5**, 379 (1935)
- 2) 小野嘉明: 動物心理学年報, **2**, 37 (1948)
- 3) 植松辰美・小川幸子: 同上, **25**, 57 (1975)
- 4) Tolman, C.W.: Anim. Behav., **12**, 245 (1963)
- 5) Tolman, C.W.: ibid, **15**, 145 (1967)
- 6) 村上敏之・松沢安夫: 未発表 (1978)
- 7) Barnett, S.A.: Nature, **175**, 126 (1955)
- 8) 田多井吉之介: 医学のあゆみ, **21**, 164 (1956)
- 9) 武田 満: 実験動物, **8**, 101 (1959)
- 10) 猪 貴義・吉川早紀男: 同上, **15**, 49 (1966)
- 11) Bronson, F. H.: in Husbandry of Laboratory Animals (Conalty, M.L. ed.) P513 (1967) Academic Press, London.
- 12) 中沢 稔・古田賢治・北野良一・下司 一: 家禽会誌, **5**, 185 (1968)
- 13) 古田賢治・中沢 稔・下司 一・中村文人: 同上, **7**, 94 (1970)
- 14) Bryant, B.: Veterinary Record, **90**, 351 (1972)
- 15) 忍垂紀雄・榎本貞二・内田三郎・生井和夫・吉田貢: 家禽会誌, **11**, 197 (1974)
- 16) 内田 宏・水間 豊: 同上, **12** (春季大会号)24 (1975)
- 17) Robinson, D.: Br. Poultry Sci., **20**, 345 (1979)
- 18) 芝田清吾・甲木 茂: 日畜会報, **8**, 99 (1935)
- 19) 白坂昭治・大久保興一: 畜産の研究, **19**, 1511 (1965)
- 20) 園田 正: 同上, **21**, 315 (1967)
- 21) 藤田 裕: 同上, **27**, 884 (1973)
- 22) Fujita, H.: Japan. Poultry Sci., **10**, 47 (1973)
- 23) Fujita, H.: ibid., **11**, 210 (1974)
- 24) 田中 実: 畜産の研究, **19**, 1225 (1965)
- 25) Van der Walt, K. and B.C. Jansen: in Adaptation of Domestic Animals (Hafez, E.S. E. ed.) P215 (1968) Lea and Febiger, Philadelphia
- 26) Hinde, R.A.: Biological Bases of Human Social Behaviour (桑原・平井監訳) 行動生物学下, (1977) 講談社
- 27) 森田重広・醍醐正之・尾上栄一: 日獣誌, **23**, 323 (1961)
- 28) 熊谷 朗: 代謝, **6**, 9 (1969)
- 29) 香山保幹: 防衛衛生, **22**, 215 (1975)
- 30) Von Euler, U.S.: in Comparative Endocrinology Vol. I Supple. (Von Euler, U.S. and H. Heller ed.) P258 (1963) Academic press, New York.
- 31) 木戸孝夫: 日組録, **21**, 339 (1961)
- 32) 大家興太郎: 修士論文 (東北大学農学部) (1966)

Effect of Social Stimulation on Feeding Behaviour in the Domestic Duck

YASUO MATSUZAWA

The effects of social facilitation and social stress on feeding behaviours of domestic ducks were investigated.

Eighteen Khaki Cambell ducks were divided into three treatment groups; 6 ducks caged individually (Group 1), 6 ducks in pairs (Group 2) and 6 ducks by three ducks (Group 3), and they were reared from 5 to 20 weeks of age. Cage size per duck was 30 × 60 × 60cm in each group.

Feed intakes and body weights at each week, adrenal and genital organ weights and area ratio of each part in adrenal gland tissues at 20 weeks of age were measured for each group.

There were significant differences in feed intakes among the groups; ducks in Group 3 took more feed than in Group 1 and Group 2 at 14 weeks of age and later.

Twice feeding in a day brought significantly more feed intakes than once in a day in every group.

It was known that ducks took about 40% of total amounts of feed intakes in a whole day within first 30 minutes after feedings, and these feed intakes soon after feedings were observed to be more in Group 3 and less in Group 1.

There were significant differences in the average body weights among the groups. Ducks in Group 2 was averagely heavier than in Group 3 ($P < 0.01$) and ducks in Group 3 heavier than in Group 1 ($P < 0.01$). As to the increments of body weights, ducks in Group 1 and Group 2 seemed to reach a plateau around 14 weeks of age, while ducks in Group 3 continued to increase in their body weights ever after this age. The variation of body weights in Group 2 was significantly less than in the other groups.

There were no significant differences among three groups in adrenal weights, area ratio of adrenal cortex to medulla and area ratio of adrenalin to noradrenalin secretion parts.

No correlations were found between adrenal weights and body weights, and between adrenal weights and genital organ weights.

The effect of social facilitation on feeding behaviour was inferred in Group 3 ducks, but the distinct effect caused by social stress was not observed.

(Sci. Rep. Fac. Agr. Ibaraki Univ., No.28, 39 ~ 51, 1980)