

鶏直腸の切断が水分出納に及ぼす影響

一色 泰, 中 広 義 雄

EFFECT OF THE RECTUM DISSECTION ON WATER BALANCE IN CHICKENS

Yutaka ISSHIKI and Yoshio NAKAHIRO

To know the reason why water intake markedly increases in chickens attached with an artificial anus, water balance was estimated using a single comb White Leghorn cockerels attached with an artificial anus placed at various parts of rectum.

Water intake of chickens with an artificial anus or with the removal of rectum was remarkably more than that of control chicken, and water excretion with excreta was also higher in the operated birds than that in control birds. Water balance in chickens with 1/3 lower rectum removed tended to increase as compared to that of chickens with severed rectum 1 cm above cloaca. There was no effect of operation on water balance in chickens with severed and anastomosed rectum at 2/5 above cloaca. It is assumed that the nervous system accompanying a rectal artery or vein controlling the centre of drinking water could be regenerated and recovered functionally in chickens after the anastomose of rectum, and/or that there would be reabsorption of urinary moisture because of flowing backward of urine into rectum after reconnecting the rectum to cloaca.

人工肛門を設着した鶏において飲水量が著しく増大することの理由を調べるため、単冠白色レグホーン成雄を用いて(1)直腸を遠位端より1 cm近位部で切断または(2)遠位部直腸の1/3を切除したのち人工肛門を設着、および(3)直腸を遠位端より2/5近位部で切断後吻合手術を施したときの水分出納を、それぞれ擬似手術を施した対照鶏のそれと比較した。

その結果、人工肛門を設着した(1)および(2)の試験鶏は対照鶏に比べて飲水量が著しく増大するとともに、排泄物中の水分量も増加した。それら両人工肛門設着鶏のうち、直腸を1/3切除した方が切除しない鶏に比べて統計的に有意ではないが若干水分出納が多い傾向が認められた。しかし、直腸の切断・吻合手術が水分出納に及ぼす影響はほとんどみれなかった。その理由は、直腸動・静脈に附随した飲水中枢を規制する神経が腸管の吻合により賦活されること、あるいは直腸が総排泄腔に通じて尿の腸管への逆流が可能になるので、尿中水分が再吸収利用されること、のいずれかによると思われる。

結 言

鶏に輸尿管分離あるいは人工肛門設着の手術を施すと一般に飲水量が増大する。その理由は、鶏の大腸あるいは総排泄腔では尿中水分が再吸収利用されるので、直腸を切断するとそれが不可能になるためであろうと推論した報告が多い⁽¹⁻⁴⁾。しかしながら、このことについては否定的な報告^(5,6)もみられるほか、例数も少ないため断定はし難いと思われる。

一方、KOIKEとMCFARLAND⁽⁷⁾やAKESTERら⁽⁸⁾は輸尿管より排泄された尿が総排泄腔の糞洞および大腸にまで逆流することを観察し、さらにSKADHAUGE⁽⁹⁾も総排泄腔および大腸内容物の滲透圧ならびにイオン含量等を調べ、それらの結果から同様のことを認めている。これらの研究は、いずれも鶏の総排泄腔あるいは直腸において尿中水分が

再吸収利用されることを間接的に示唆するものと考えられる。

本実験においては、直腸を切断または一部切除した人工肛門設着鶏と直腸を切断したのち吻合手術を行った鶏の水分出納を比較することにより、人工肛門設着鶏において飲水量の増大することの理由を検討しようとした。

材料および方法

同一条件のもとで飼育した8か月齢の単冠白色レグホーン雄24羽を供試鶏としたが、これら鶏については、飲水の飲みこぼしを少なくする目的で2か月齢時に肉冠および肉ゼんの切除手術を行った。これら供試鶏を6羽ずつの4群に分け、遠位部直腸の切断後人工肛門の設着、遠位部直腸の一部切除後人工肛門の設着、直腸の切断後吻合の各手術、および対照としての擬似手術にそれぞれ1群ずつ割り当て次のように施行した。

遠位部直腸切断・人工肛門の設着：1昼夜絶食させた供試鶏を順次手術台上に保定し、季肋骨の近くより恥骨端に向って約3cm開腹して直腸を引き出し、直腸遠位端より1cm近位部で切断した。断端した直腸の近位部は人工肛門として腹壁に開口させ、総排泄腔側の断端はタバコサック縫合を行って人工肛門設着の手術を完了した。なお人工肛門に挿入するカニューレは、いずれも術後7日目に小型、9日目に標準型(外径19mm, 内径15mm)のものを装着し、その後も2週間おきに取り替えを行った。手術鶏は試験開始までの間、表1に示した慣用配合飼料を自由に摂取させて慣用に飼育した。

Table 1. Composition of experimental diet

Ingredient	%
Yellow corn	45.00
Milo	13.70
Wheat bran	10.50
Defatted rice bran	15.00
Soybean meal	5.00
Fish meal	3.00
Alfalfa meal	5.00
Ca carbonate	1.30
Tri-Ca phosphate	0.70
Sodium chloride	0.50
Mineral mixture ¹⁾	0.05
Vitamin mixture ²⁾	0.25
Moisture	11.5
Crude protein	16.2
Crude fat	3.4
Nitrogen free extract	57.0
Crude fiber	4.7
Crude ash	7.2

1) : Mn 8%, Zn 5%, Fe 0.6%, I 0.1%, Cu 0.06%

2) : Gram/kg : Vitamin A (200,000IU/g) 10, vitamin D₃ (30,000ICU/g) 7, thiamine HCl 1.6, riboflavin 8, pyridoxine 1.6, choline chloride 96, nicotinic acid 1.6, Ca pantothenate 3.2, folic acid 0.8

遠位部直腸切除・人工肛門設着の手術：上記の人工肛門設着手術の場合と同様の手順により、直腸遠位端から直腸長の1/3に1cmを加えた近位で切断した後、遠位端の1cmのみ残し他はすべて切除した。その後の処置は、小腸側の断端を含めすべて前述の人工肛門設着の場合と同一にした。

直腸の切断・吻合の手術：腸の吻合手術は、鶏の場合について述べた文献は見あたらないので、他動物の例を参考として次の方法によった。まず人工肛門設着手術の場合に準じて直腸遠位端より直腸長の2/5近位部で切断した後、図1に示す手順で吻合手術を施した。すなわち腸鉗子および腸用針(丸針)と2号縫合糸を用いて腸の両断端の内壁および外壁をそれぞれ端端縫合した後、さらにZ縫合を行って切断面の完全な癒着をはかった。したがって、本手術

鶏は対照鶏と同様に糞は混合排泄物として総排泄腔より排泄される。以上の吻合手術を施した鶏は、そのまま放置すると縫合部附近で腸管内容物が停滞するので、この部位の腸管保護と内容物の通過を容易にする目的で、ゴム管(外径6mm, 内径5mm)を肛門より総排泄腔を経て縫合部よりもやや深部まで挿入し、肛門附近で一針縫合して固定した。なお挿入したゴム管は5日後よりシリコン管(外径10mm, 内径7mm)に取り替えたが、腸の吻合部が完全に癒着したとみられる術後10日目からこれを取り除いて平常に復した。直腸手術を行ったのち1週間は、1日1羽当りブドウ糖とカゼインの混合物(20:1に混合)25gおよびビタミンとミネラルの混合物(1:5に混合)5gをそれぞれ経口投与した。その後1か月間は表2の半精製飼料を、またそれ以降は表1の慣用配合飼料をそれぞれ自由摂取させて飼育した。

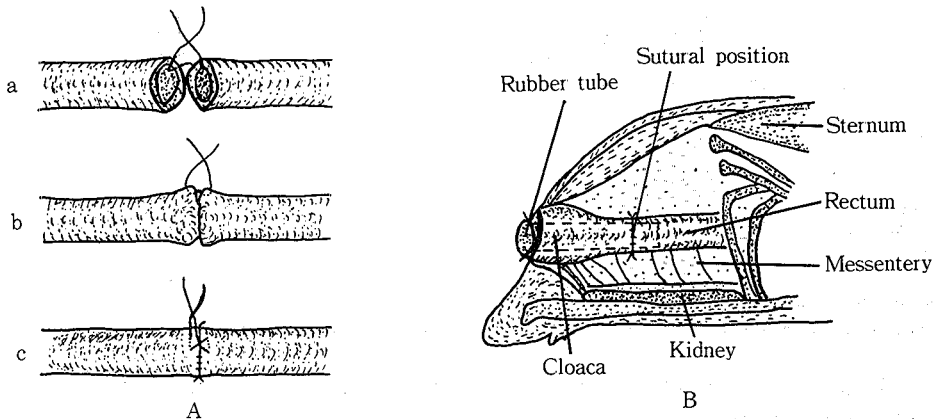


Fig. 1. Anastomoses of the rectum in chicken

A : Sutural method B : Lateral view after operation

Table 2. Composition of semi-purified diet

Ingredient	%
Corn starch	70.72
Casein	13.00
Corn oil	8.00
Cellulose powder ¹⁾	1.50
Mineral mixture ²⁾	5.57
Vitamin mixture ³⁾	1.21

1) : Toyo Filter Paper Co. LTD., Tokyo, 100-200 mesh.

2) : VELU et al.¹⁰⁾

3) : OKUMURA et al.¹¹⁾

擬似手術: 人工肛門設着手術の場合と同様に開腹して直腸を取り出し、腸の吻合手術に要する時間(約20分間)露出させたのち、腹腔内にもどして切開部を縫合した。その後の飼育方法は人工肛門設着鶏の場合と同一である。

上記の各手術を施してより2か月後に、供試鶏を個体別に代謝試験用ケージに収容し、表1の飼料中に指標物質として0.5%の酸化クロムを配合した飼料と水を自由に摂取させ、自然条件下において12月12日から19日までの7日間にわたり水分の出納試験を行った。試験期間のうち最後の4日間には、飲水量を測定¹⁾するとともに排泄物を全量採取した。すなわち、人工肛門設着鶏にあつては人工肛門を中心に取付けた筒状ビニールカバー中にポリエチレン製ビーカーを装着して採糞し、採尿はARIYOSHIとMORIMOTO¹²⁾の考案による採尿管に二重ビニール袋を装着して行った。また人工肛門非設着鶏の場合も設着鶏と同様にして総排泄腔より混合排泄物を採取した。なお水分摂取量は飲水量と摂取飼料中の水分量を合計して求め、排泄物は採取後直ちに水分含量を測定した。飼料摂取量は、あらかじめ飼料中に混入した酸化クロムの糞中への排泄量から逆算出した。この際酸化クロムは糞中にはほぼ完全に排泄される¹³⁾と考えられるので、酸化クロムの回収率は100%として計算した。酸化クロムの定量はBOLINら¹⁴⁾の方法によつた。

結果および考察

鶏の直腸を切断または一部切除してそれぞれ人工肛門の設着，および吻合手術を施したときの水分摂取量，水分排泄量を示すと表3の通りである。すなわち直腸の吻合手術を行った鶏では，手術によるストレスのため統計的に有意

Table 3. Effect of rectum dissection on water intake and water excretion in chickens

(Mean for 6 birds/day)

Treatment	Body weight (kg)	Feed intake (g)	Water intake (g)			Excreta		Water excretion		Drinking water ml/g feed	Total water Intake ml/kg body weight
			Drinking water	Feed water	Total	Quantity (g)	water (%)	Quantity (g)	Percent of total intake		
Sham-operated (Control)	2.06	103	166 ^a	12	177 ^a	135 ^a	76.5 ^a	104 ^a	58 ^a	1.6 ^a	86 ^a
Severed rectum at 1 cm above cloaca	1.93	98	287 ^b	11	299 ^b	227 ^{b*}	85.7 ^b	196 ^b	65 ^{ab}	3.0 ^b	154 ^b
1/3 lower rectum removed	1.87	96	316 ^b	11	328 ^b	264 ^{b*}	87.8 ^b	233 ^b	71 ^b	3.3 ^b	175 ^b
Severed and anastomosed rectum at 2/5 above cloaca	1.78	85	161 ^a	10	170 ^a	125 ^a	79.0 ^a	99 ^a	58 ^a	1.9 ^a	95 ^a
Pooled SEM	0.04	3	16	0	16	15	1.1	14	2	0.2	8

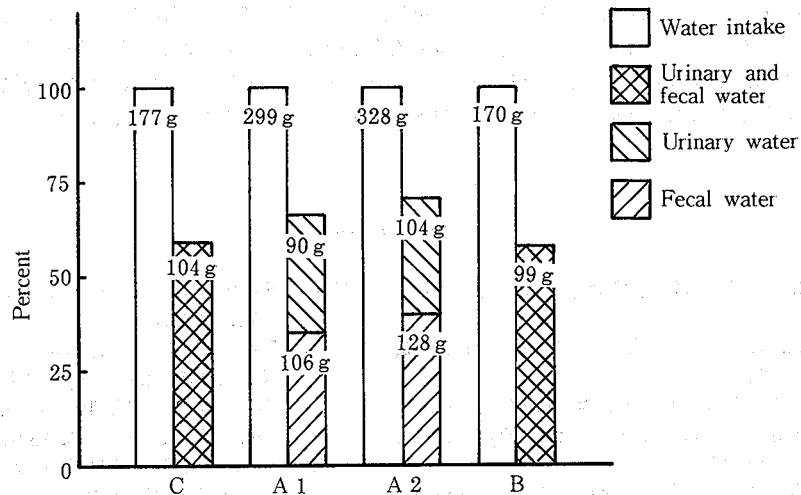
* : Feces mixed with urine after collecting separately

Means having different superscript letters are significantly different at $P < 0.05$. Based on studentized range Q .

ではないが対照鶏に比べて体重が少なく，またそれと対応して飼料摂取量にも減少の傾向が認められた。しかし，人工肛門を設着した両区の鶏においては体重，飼料摂取量ともに対照鶏と大差はみられなかった。それに反して飲水量は，人工肛門設着の両試験鶏では対照鶏に比べて121 g (70%) および150 g (90%) もそれぞれ有意 ($P < 0.05$) に増大し，飼料摂取量 1 g 当り飲水量および体重 1 kg 当り水分摂取量でも有意 ($P < 0.05$) に倍増が認められたにもかかわらず，直腸の吻合手術鶏では対照鶏とほとんど差がみられなかった。また対照鶏に比して両人工肛門設着鶏は排泄物量 (糞と尿の合計量) が多かった。すなわち摂取飼料 1 g 当り総排泄物量は対照鶏 1.3 g，直腸の吻合手術鶏 1.5 g で大差がみられなかったのに対し，人工肛門設着鶏は 2.3 g および 2.8 g となり，前 2 者に比し著しく多く飼料摂取量当り飲水量の場合の傾向とよく近似していた。しかし固形物の排泄量は人工肛門設着の有無によって大差がみられなかったため，排泄物の増加はほとんど水分排泄量の増加に由来していることになる。事実，糞，尿を合せた総排泄物の水分含量は，対照鶏 77%，直腸の吻合手術鶏 79%，人工肛門を設着した両試験鶏 86%，88% となり，人工肛門設着鶏では対照鶏との間にそれぞれ有意差 ($P < 0.05$) がみられた。他方，体重 1 kg 当り水分摂取量も摂取飼料 1 g 当り飲水量の場合とほぼ同様な傾向が認められた。以上の結果より，水分摂取量から水分排泄量を差し引いて見掛けの水分出納量を求めてみると，対照鶏 74 ± 4 g，人工肛門設着鶏 103 ± 4 g および 95 ± 3 g となって後 2 者の方が有意 ($P < 0.05$) に高い値を示したのに対し，直腸の吻合手術を行った鶏は 72 ± 4 g で対照鶏との間にほとんど差がみられず，直腸を一度切断したことによる影響はみられなかった。

次に，人工肛門設着と糞尿別水分の排泄割合について調べた結果を図 2 に示した。すなわち人工肛門を設着した 2 区の鶏のうち，直腸を一部切除した鶏は切除しなかった鶏に比べて統計的に有意ではないが水分の排泄量および排泄率はともに高い傾向がみられ，増加した排泄水分 36 g のうち 22 g (60%) は糞中へ，残りの 14 g (40%) は尿中へそれぞれ排泄されていた。実験終了後全供試鶏をと殺して，手術部周辺を含む各臓器について解剖学的検索を行った結果，直腸の吻合手術を行った鶏では手術部附近で腸の拡張および組織肥大の傾向が認められたが，その他とくに異状はみられなかった。

上記のごとく直腸の吻合手術によって飲水量の増大がほとんどみられなかったこと，ならびに中広と一色⁽¹⁾が直腸の切断程度を種々に変えて人工肛門を設着した場合でも飲水量の増大量には相互間に有意差を認めなかったことは，人工肛門設着鶏で水分摂取量が著しく増加することの理由が腸組織自体の損失に伴う吸収面積の減少のみによるのではないことを示唆するものであろう。すなわち図 2 で示されたごとく，直腸の 1/3 切除による水分の摂取量および排泄量の増大から全直腸を喪失した場合の量を逆算で求めても，直腸組織の一部損失が人工肛門設着鶏における飲水量増大の主要な原因であると思えないからである。前に述べたごとく，KOIKE と MCFARLAND⁽⁷⁾ および AKESTER ら⁽⁸⁾



- C : Sham - operated (Control)
 A 1 : Severed rectum at 1 cm above cloaca
 A 2 : 1/3 lower rectum removed
 B : Severed and anastomosed rectum at 2/5 above cloaca

Fig. 2. Effect of rectum dissection on water metabolism in chickens.

は、輸尿管から排出した尿が腸管内に逆流することを報告している。中広と一色⁽¹⁾も、鶏では盲腸および直腸から尿水分が吸収されることを認めている。また一色⁽⁶⁾は鶏の盲腸に分布する血管と神経または神経のみ切断して水分の摂取量と排泄量を調査した結果、回盲腸動・静脈に附随する神経を切断すると、盲腸切除のときと同様に水分の摂取量および排泄量が増大することを認め、盲腸切除による飲水量の増加は飲水中枢を規制する神経が盲腸切除とともに切断されるためであろうと推論した。人工肛門設着手術に際しても、直腸動・静脈に附随する神経⁽⁶⁾の切断を伴う。以上のことから、直腸の吻合手術を行った鶏で飲水量が増加しなかったのは、(1)直腸とともに一度切断された直腸動・静脈に附随した飲水中枢を規制する神経⁽⁶⁾の作用が腸管の吻合により賦活されること、あるいは(2)人工肛門設着鶏の場合とは異なり直腸が総排泄腔に通じて尿が腸管内に逆流入することが可能になるので尿中水分が再吸収利用されること、のうちいずれか、またはそれら2条件が相互に関係しているのではないかとと思われる。また著者ら⁽⁷⁾は人工肛門を設着した鶏の飲水量と排泄水分量の経時変化を調べた結果、術後1か月では通常鶏の2倍前後まで増加するが、その後漸減し、6か月以降では通常鶏より約30%高いレベルでほぼ一定に保たれることを認めている。この事実と本実験の結果とを併せ考えると、人工肛門設着後初期にみられる著しい飲水量の増大は主として(1)により、術後相同期間経過後も恒常的に増加する部分は主に(2)に由来していることも推量される。もし、人工肛門設着鶏における水分出納の増加に(2)の要因が関与しているとすれば、腸管より尿中水分が再吸収されることについて述べた中広と一色⁽¹⁾の推論を支える有力な傍証となるであろうが、本実験ではそれを十分確認するには至らなかった。今後、尿の腸管内への逆流ならびに腸管内に逆流した尿からの水分吸収について水分代謝全体としてとらえるための諸実験を実施して上記の疑問点を解明してゆきたい。

本実験では直腸の吻合手術を施してみたが、ほぼ満足すべき状態で成功したと思われる。手術鶏は術後しばらくの間は、体重、食欲ともに減退して活力も低下するが、20日以降は順調に回復の方向に向うことがわかった。鶏の腸管は管囲が小さいので、吻合手術に際しては腸の狭窄を起すことが多い。この現象を未然に防止するため、Z縫合には先の縫合(端端縫合)の部位より約1mm離れた部位に縫合針をかけ、縫合幅も1mmとするなど、比較的狭い間隔での縫合が不可欠の条件であることが経験的に明らかになった。

なお本実験では、各供試鶏について手術前後における水分出納を比較対照することはしなかった。このことに関して中広と一色⁽¹⁾は、あらかじめ鶏の肉冠および肉ぜんを切除すること、および飲みこぼしの多い個体を除外すること

によって個体間のバラツキは比較的小さくなることを確認しているの、本実験においては一応手術前の各区間の差異を無視して検討を進めることとした。一方、直腸の吻合手術を行った鶏において飼料摂取量がやや少なかったことの理由については、手術の後遺症によると思われるが摂取飼料1g当り飲水量および体重1kg当り水分摂取量ではほとんど差がみられなかったことから、1羽当りの飼料摂取量の差異は考慮しないで比較しても大過ないものと思われる。

引用文献

- (1) 中広義雄, 一色 泰, 家禽会誌, **17**, 129-134. (1980)
- (2) WIENER, H., Beitr. Chem. Physiol. Path., **2**, 42-45. (1902.)
- (3) MILROY, T. H., J. Physiol., **30**, 47-60. (1904.)
- (4) DICKER, S. E. and J. H. HASLAM, J. Physiol., **224**, 515-520. (1972.)
- (5) HART, W. W. and H. E. ESSEX, Am. J. Physiol., **136**, 657-668. (1942.)
- (6) DIXON, J. M., Poult. Sci., **37**, 410-414. (1958.)
- (7) KOIKE, T. I. and L. Z. MCFARLAND, Am. J. Vet. Res., **27**, 1130-1133. (1966.)
- (8) AKESTER, A. R., R. S. ANDERSON, K. J. HILL and G. W. OSBALDISTON, Br. Poult. Sci., **8**, 209-212. (1967.)
- (9) SKADHAUGE, E., Comp. Biochem. Physiol., **24**, 7-18. (1968.)
- (10) VELU, J. G., D. H. BAKER and H. M. SCOTT, J. Nutr., **101**, 1249-1259. (1971.)
- (11) OKUMURA, J., H. TANAKA and T. MURAMATSU, Japan. Poult. Sci., **15**, 163-169. (1978.)
- (12) ARIYOSHI, S. and H. MORIMOTO, Bull. Natl. Inst. Agric. Sci., G **12**, 37-43. (1956.)
- (13) MÜLLER, W. J., J. Nutr., **61**, 29-36. (1956.)
- (14) BOLIN, D. W., R. P. KING and E. W. KLOSTERMAN, Science, **116**, 634-635. (1952.)
- (15) 一色 泰, 香川大農学紀要, **36**, 1-109. (1980)
- (16) 渡辺 徹, 日獣医誌, **34**, 303-313. (1972)
- (17) 一色 泰, 中広義雄, 家禽会誌, **23**, 18-22. (1986)

(1985年10月31日 受理)