

鶏消化管における内容物輸送に関する研究I

誌名	日本獣医学雑誌 = The Japanese journal of veterinary science
ISSN	00215295
著者	小黒, 捷義 池田, 三義
巻/号	36巻4号
掲載ページ	p. 291-298
発行年月	1974年8月

Studies on the Transit of the Content in the Chicken Gastro-Intestine. I. Regurgitation of the Content of the Small Intestine into the Gizzard

Katsunori OGURO* and Miyoshi IKEDA**

Department of Veterinary Pharmacology, Faculty of Agriculture,
University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113

(Received for publication December 18, 1973)

Abstract. An experiment was carried out to observe the movement of the gastrointestinal content in the chicken. In it, 1 ml, 3 ml or 6 ml of the marker, $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$, was administered per os to the proventriculus of a restrained conscious chicken. The distribution of the marker in the gastro-intestine was investigated in each group.

1. In the proventriculus, the marker scarcely existed immediately after administration with the lapse of time.

2. On the other hand, when 1 ml of the marker was administered, its content in the gizzard was larger 40 minutes than 20 minutes after administration, while its content in the central segment of the small intestine was smaller 40 minutes than 20 minutes after administration. The decreased quantity of its content in the central segment of the small intestine was almost equal to the increased quantity of its content in the gizzard 40 minutes after administration, while there was no difference in quantity between the content in the duodenum and the upper segment of the small intestine 20 minutes after administration and that 40 minutes after administration. The same results were obtained when 3 ml and 6 ml of the marker were administered and observation was made 40 and 60 minutes after administration.

3. These results suggested that some portion of the content of the small intestine might have regurgitated into the gizzard through the upper segment of the small intestine and the duodenum.

鶏消化管における内容物輸送に関する研究

I. 鶏消化管における腸内容物の筋胃への移動について

小黒捷義・池田三義

東京大学農学部家畜薬理学教室

緒 論

一般に動物に摂取された食餌は順次、消化管の上部

から下部へと輸送され、その過程で消化・吸収が行なわれる。消化管における運動と消化・吸収は、消化管の各部位により異なることが知られている。消化管の

Present address:

* Research Laboratories, Kohjin Co., Ltd., 51 Komiya-cho, Hachioji-shi, Tokyo 192 and

** Department of Veterinary Medicine, School of Animal Sciences, Kitasato University, Towada-shi, Aomori 034

一定部位における内容物の吸収は、その部分における単位時間内での内容物の輸送量に左右される。また内容物の輸送量は、その部分における運動の影響を受ける。したがって、消化管における運動と吸収の関連を明らかにするには、腸運動と内容物の輸送能を考慮する必要があると指摘されている [28]。従来、消化管における運動と吸収は、多くはそれぞれ別個に研究されていて、両者の相関性に関する詳細な検討はまだなされていない [2, 3, 7, 16]。

周知のごとく、鶏消化管は嗉嚢、腺胃、筋胃など、哺乳動物の消化管とは異なる特異な形態を有している。したがって消化管の機能も、哺乳動物のそれとは異なることが予想される。

鶏については、摂取した餌が体外に排出されるまで、すなわち食糜の消化管内通過時間については、古くから観察されている [9, 10, 11, 17, 21] が、消化管の各部位における食糜の移動を検討した記載は乏しい。

大谷 [14] は鶏の消化管について、レントゲン法により、採食した食糜が、嗉嚢から筋胃に移動する状態を観察した。しかし、小腸および大腸における内容物の移動については、触れていない。また Aschraft ら [1], Henry ら [8] および松浦ら [12] は、それぞれ筋胃の収縮運動に伴う内圧の変化を観察した。安川は腹窓法により、鶏の筋胃および十二指腸運動を目で観察した結果、とくに十二指腸運動には正蠕動と、これに引き続いて起こる、いわゆる逆蠕動があることを認めた [29]。

このように、鶏消化管における運動または吸収に関しては、断片的な記載にとどまっているのが現況である [21]。

そこで、本研究では、鶏に標識物質を経口的に与え、その消化管内移動を経時的に計測し、これを内容物の移動の指標とした。このような方法で、*in vivo* における消化管内容物の輸送を追求したところ、哺乳動物と異なる興味ある知見を得た。

実験材料および方法

実験材料

実験動物として白色レグホーン種、体重 200~300 g の雄雛を用い、通常、実験前 24 時間絶食せしめて実験に供した。

方法

消化管内容物の輸送については、標識物質を経口的

に与え、その移動を経時的に計測し、これを内容物の移動の指標とした。

1. 放射性 ^{51}Cr で標識した投与 $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液の回収率

消化管における内容物中の $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ の回収率を確かめるため、あらかじめ鶏の腹部を開腹し、メッケル憩室を境に、上部小腸と下部小腸の 2 カ所で結紮し、腸管ループを作り、このループ内に一定量 (50,000 cpm/ $\mu\text{Ci}/\text{ml}$, Carrier free) の $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液 (温度 38°C) を 1 ml 注入し、3 時間放置した。その後、腸管ループを内容物とともに摘出し、これを試験管にとり、10% NaOH 溶液を加えて溶解し、全体を 10 ml とし、その 2 ml 中の $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ (γ 線) の放射能をウエル型シンチレーションカウンター (東京原子工業株式会社製) で計測した。回収率は、注入した $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 液の総放射能に対する比として表わした。

また、あらかじめ 24 時間絶食した鶏の腺胃内に、直径 1 mm、長さ 15 cm のステンレス管を挿入し、 $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液 1 ml, 3 ml および 6 ml を注入し、所定時間内の $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ の回収率を求めた。

2. 消化管各部位における内容物通過量の求め方

消化管の各部位における内容物の経時的移動については、標識物質 1 ml, 3 ml および 6 ml を、絶食した鶏の腺胃内に投与したのち、クロロホルムで屠殺し、開腹した。消化管を口側より腺胃、筋胃、十二指腸、小腸 (メッケル憩室を境に 4 区分する)、盲腸および直腸の計 9 つに区分し、各部位における内容物、ならびに所定時間内に排泄された糞中の ^{51}Cr の放射能を計測した。次に述べる方法で、所定時間内における消化管各部位の放射能分布率から、通過量を算出した。

消化管内容物の移動の算出には、Reynell らの [16] 方法を適用した。すなわち、鶏消化管のある部位 A における所定時間内での内容物の通過量を V_A 、投与量を M とし、A 部位以下の下部消化管全体に分布した全量を S_i とすれば、 $V_A = S_i/M \times 100$ の式によって、A 部位の所定時間内における通過量が求められる。一般に、ある部位における通過量は、時間の経過とともに順次増加し、ある時間後には、内容物が通過することを意味する。

実験成績

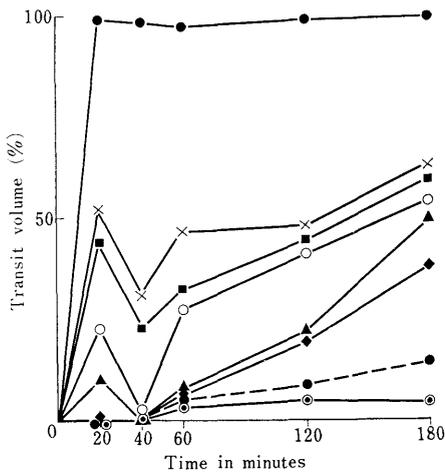
1. 標識物の吟味

Table 1. Recovery ratio of the marker ($\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$) from the gastro-intestine of chickens

Volume of marker	Time in minutes				
	20	40	60	120	180
1 ml	102.6 ± 1.4	97.3 ± 2.9	97.9 ± 10.7	88.9 ± 4.8	90.0 ± 10.0
3 ml	85.2 ± 4.7	85.8 ± 5.6	100.0 ± 8.1	100.0 ± 3.3	103.6 ± 6.2
6 ml	101.8 ± 7.5	94.5 ± 4.6	105.1 ± 4.1	99.9 ± 4.4	115.9 ± 6.2

Remarks. Each value is expressed as mean (%) ± standard error of 5 chickens.

Fig. 1. Changes in the transit volume of each segment of the gastro-intestine when marker (1 ml, $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$) was administered per os



Remarks.

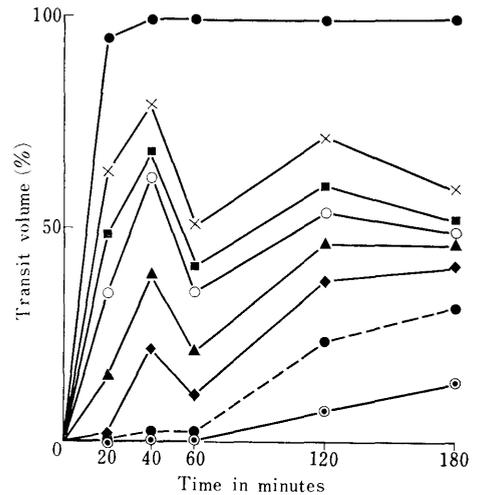
- : Proventriculus. ×—× : Gizzard.
- : Duodenum. ○—○ : 1st half of u.s. of s.i.
- ▲—▲ : 2nd half of u.s. of s.i. ◆—◆ : 1st half of l.s. of s.i.
- : 2nd half of l.s. of s.i.
- : Rectum.

標識物質としての $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ の回収率を検討したところ、鶏の上部小腸および下部小腸のループ内に注入した $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液の3時間後の回収率は、上部小腸では $89.5 \pm 2.4\%$ (5例平均値 ± 標準誤差)、下部小腸では $88.0 \pm 5.8\%$ であった。

また、 $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液 1 ml, 3 ml および 6 ml を、24 時間絶食した鶏の腺胃内に注入し、所定時間後の $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ の回収率を求めたところ、投与量ならびに各所定時間により、 $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ の回収率は 85% 以上で、比較的高い値を示した (Table 1)。

以上の成績から、 $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ は鶏の消化管内では難

Fig. 2. Changes in the transit volume of each segment of the gastro-intestine when the marker (3 ml) was administered per os



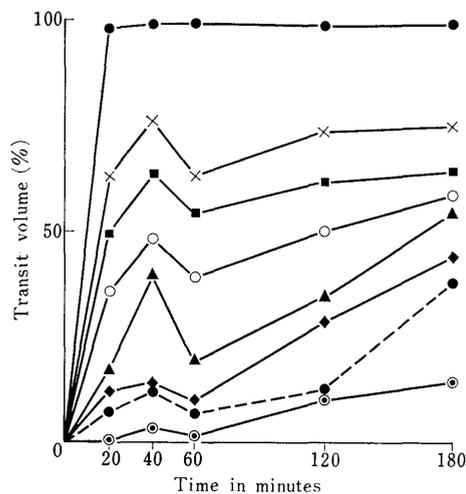
吸収性で、比較的回収率が良く、定量が迅速かつ正確に行なえることが明らかになった。そこで本研究には、消化管内容物移動の指標として $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液を用いることとした。なお、本成績で、結紮による腸管内への水分逆流による希釈の可能性は、腸内容標本を 10 ml に希釈して行なっていることにより、無視できる。

2. 消化管各部位における内容物の経時的移動

鶏の腺胃内に $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液 1 ml, 3 ml および 6 ml を与えたのち、所定時間後の消化管の各部位における分布率を求めた。これから通過量を算出して、Table 2~4, Fig. 1~3 にまとめた。

その結果、各部位における所定時間後の通過量は、腺胃では、実験に供したいずれの投与量でも、投与後 20, 60, 120 および 180 分間で約 98% であった。このことから、腺胃の内容物は速やかに下部消化管に輸送され、腺胃内にはほとんど停滞していないことが分

Fig. 3. Changes in the transit volume of each segment of the gastro-intestine when the marker (6 ml) was administered per os



った。

$\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液の投与量 1 ml の場合、筋胃および十二指腸では、投与後 20 分間で、通過量はそれぞれ投与量の 54.7%, 44.3% であったが、40 分間では、かえって 30.9%, 22.3% に減少した。上部小腸でも、内容通過量は 20 分間で 22.5% であり、40 分間では 2.0% と、筋胃、十二指腸部と同様に減少した (Fig. 1)。その後、上部消化管の通過量は、時間の経過に伴い、順次増加する傾向を示した (Fig. 1)。

このように筋胃、十二指腸および小腸上部では、20

分間より 40 分間の通過量が減少した。内容物が順調に上部から下部に移動するとすれば、時間の経過とともに通過量は増加するはずである。このような通過量の減少は、次のような理由から、消化管の他の部位からの内容物が流入したためと考えられる。

つまり投与量 1 ml の場合、20 分間における内容物の腸管各部位の分布状態を、40 分間のそれと比較検討した。それぞれの分布状態は、Table 5 から明らかのように、筋胃では、40 分間の分布は 20 分間の分布より約 12% の増加を示した。この場合、腺胃内容物はほとんどないことから、腺胃からの流入は考えられない。また十二指腸、小腸上部の前半部では、20 分間と 40 分間の分布状態にはほとんど変化がない。しかし小腸中央部では、20 分間に比べて 40 分間の分布は著しく減少した (Table 5)。ところが、小腸下部への内容物の移動は、ほとんどみられないことなどから、筋胃における内容物の増加、すなわち、通過量の減少は、20 分間から 40 分間の間で、小腸中央部における内容物が、順次、上部に移動し、筋胃内に流入したことによると解せられる。投与量 3 ml および 6 ml の場合は、筋胃、十二指腸、小腸において、1 ml 投与例と全く同じような現象が観察された。ただし、投与後の時間により異なり、投与後 40 分から 60 分間で起った (Fig. 2, 3; Table 3~7)。

次に、小腸下部および直腸では、通過量は、いずれの投与量においても時間の経過に伴い増加し (Fig. 1~3)、内容物は順次、尾側へ移動することを示唆し

Table 2. Transit volume in each segment of the gastro-intestine of chicken when the marker (1 ml) was administered per os

Segment	Time in minutes				
	20	40	60	120	180
Proventriculus	99.9	98.0	97.7	99.3	99.9
Gizzard	54.7	30.8	49.1	48.6	63.4
Duodenum	44.3	22.3	32.1	44.6	59.3
1st half of u.s. of s.i.	41.2	2.2	27.3	41.4	54.5
2nd half of u.s. of s.i.	20.9	0.9	7.8	21.9	49.6
1st half of l.s. of s.i.	0	0.8	6.8	19.2	38.8
2nd half of l.s. of s.i.	0	0.4	5.8	8.7	13.6
Rectum	0	0	3.6	4.8	3.1

Remarks.

u.s. and l.s.: upper and lower segment from Meckel's diverticulum, respectively.

s.i.: small intestine. Each value was obtained by calculation of the mean of distribution of the marker in the gastro-intestine of 5 chickens. These abbreviations are common to Tables 2-7 and Figs. 1-3.

Table 3. Transit volume in each segment of the gastro-intestine of chickens when the marker (3 m) was administered per os

Segment	Time in minutes				
	20	40	60	120	180
Proventriculus	94.8	99.5	99.0	99.3	99.7
Gizzard	63.9	79.8	51.6	72.2	59.3
Duodenum	48.5	68.7	41.1	60.7	52.1
1st half of u.s. of s.i.	34.6	62.3	35.0	54.4	49.6
2nd half of u.s. of s.i.	15.1	39.6	21.1	46.8	46.4
1st half of l.s. of s.i.	1.4	22.4	10.1	38.0	42.4
2nd half of l.s. of s.i.	0.09	0.3	2.0	23.5	31.3
Rectum	0.09	0.3	0.2	7.5	14.9

Table 4. Transit volume in each segment of the gastro-intestine of chickens when the marker (6 m) was administered per os

Segment	Time in minutes				
	20	40	60	120	180
Proventriculus	97.5	99.4	99.4	99.0	99.5
Gizzard	63.0	76.9	62.7	73.5	75.0
Duodenum	49.7	63.6	54.0	62.1	63.8
1st half of u.s. of s.i.	35.7	48.6	38.7	50.7	58.6
2nd half of u.s. of s.i.	16.8	39.6	19.0	34.6	54.2
1st half of l.s. of s.i.	12.2	14.2	10.2	29.2	44.2
2nd half of l.s. of s.i.	7.4	11.7	7.7	12.6	38.3
Rectum	0.3	3.1	1.4	10.6	14.4

Table 5. Distribution of the marker ($\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$) in segments of the gastro-intestine of chickens when the marker (1 m) was administered per os

Segment	Time in minutes				
	20	40	60	120	180
Proventriculus	2.7±0.9	1.9 ±0.04	2.3±0.8	0.7 ±0.09	0.9± 0.5
Gizzard	49.8±6.1	62.7 ±6.0	56.4±8.8	40.7 ±4.5	25.1± 3.3
Duodenum	10.4±1.8	9.5 ±2.7	7.0±0.5	4.0 ±0.3	4.1± 0.9
1st half of u.s. of s.i.	21.8±3.1	20.1 ±4.6	4.8±0.4	3.2 ±1.2	4.8± 1.5
2nd half of u.s. of s.i.	12.5±4.3	1.3 ±0.2	19.5±5.1	19.5 ±4.9	4.9± 2.1
1st half of l.s. of s.i.	10.0±6.2	0.1 ±0.01	1.0±0.2	2.7 ±1.9	10.8± 8.5
2nd half of l.s. s.i.	0	0.4 ±0.008	1.0±0.2	10.5 ±6.2	25.2±18.7
Caecum	0	0.14±0.12	0.1±0.01	3.6 ±8.5	2.4± 2.2
Rectum	0	0.27±0.02	2.1±1.5	0.28±0.06	8.1± 3.1
Excreta	0	0	3.6±1.1	4.8 ±3.5	3.1± 1.6

Remarks. Each value is expressed as mean (%) ± standard error of 5 chickens.

た。

盲腸では、腺胃内に投与した用量が多いほど、所定時間内での分布量が増加することが分った (Table 5, 6, 7)。

また、体外排出量は、経口投与する量が多いほど、

多くなること分った (Table 5~7)。

考 察

鶏について、消化管の運動と吸収との関連を究明するため、まず *in vivo* における消化管内容物の輸送を

Table 6. Distribution of the marker ($\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$) in segments of the gastro-intestine of chickens when the marker (3 ml) was administered per os

Segment	Time in minutes				
	20	40	60	120	180
Proventriculus	0.34±0.08	0.5±0.07	0.98±0.4	0.7±0.1	0.7±0.2
Gizzard	40.9 ±2.5	22.5±4.8	45.2 ±5.9	27.1±6.0	43.6±5.5
Duodenum	15.4 ±2.4	11.1±2.9	10.5 ±1.7	11.5±3.1	7.2±0.5
1st half of u.s. of s.i.	13.9 ±2.5	6.4±1.0	6.1 ±2.7	6.3±0.9	2.5±0.5
2nd half of u.s. of s.i.	19.5 ±3.7	22.7±9.1	13.9 ±6.3	7.6±2.3	3.2±0.5
1st half of l.s. of s.i.	13.7 ±5.5	17.2±4.0	11.0 ±2.7	8.8±2.7	4.0±2.5
2nd half of l.s. of s.i.	0.47±0.2	20.2±9.2	8.1 ±4.3	14.5±5.2	11.1±5.2
Caecum	0.44±0.36	0.6±0.4	0.6 ±0.4	5.8±4.0	5.6±3.6
Excreta	0.09±0.07	0.3±0.1	0.2 ±0.04	7.5±5.0	14.9±5.1

Remarks. Each value is expressed as mean (%) ± standard error of 5 chickens.

Table 7. Distribution of the marker ($\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$) in segments of the gastro-intestine of chickens when the marker (6 ml) was administered per os

Segment	Time in minutes				
	20	40	60	120	180
Proventriculus	2.5 ±1.1	0.6±0.07	0.7±0.3	1.0±0.12	0.5±0.2
Gizzard	33.7 ±3.6	22.4±3.5	41.7±7.1	25.4±4.5	24.5±5.0
Duodenum	13.4 ±1.0	13.3±2.4	8.7±2.6	11.4±3.1	11.2±3.0
1st half of u.s. of o.i	14.0 ±3.1	15.0±2.9	15.3±0.9	5.7±0.9	5.2±1.1
2nd half of u.s. of s.i.	18.9 ±3.1	9.0±3.3	19.7±6.7	16.1±5.7	4.4±0.7
1st half of l.s. of s.i.	4.6 ±1.1	25.4±5.4	2.5±0.4	5.2±3.5	10.0±2.5
2nd half of l.s. of s.i.	4.8 ±3.2	2.5±0.6	8.8±2.2	16.8±8.5	5.9±5.9
Caecum	5.7 ±1.5	6.3±3.6	5.4±2.6	4.7±3.4	23.6±3.6
Rectum	1.4 ±0.7	2.3±0.9	0.9±0.5	3.0±1.3	16.2±5.1
Excreta	0.25±0.1	3.1±2.9	1.4±0.2	10.6±3.6	14.4±1.2

Remarks. Each value is expressed as mean (%) ± standard error of 5 chickens.

調べた。

従来、消化管における内容物の移動については、色素、炭末または放射性物質で標識した物質を内容物に加えて目印とし、その移動を調べる方法で、検索が行なわれている [10, 11, 13, 17, 18, 20, 22~25]。また、 CrCl_3 や Cr -albumin は消化管からほとんど吸収されず、 $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ は難吸収性で消化管内腔へも排泄されないことが知られている [6, 15, 26, 27]。そこで、 $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液について吟味したところ、難吸収性で、比較的回収率もよいことが分った。そこで、本研究の標識物として $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液を用いた。

大谷 [14] は体重 2 kg の鶏で、一度に筋胃にはいる食塊量は数 g と推定していることから、投与量を 1 ml, 3 ml および 6 ml として検討した。

哺乳動物では、胃にはいった内容物はその容量に関

係なく、口側から尾側への順次移動する [2, 7, 16]。しかし、鶏では、とくに筋胃および上部消化管では、前述のように、哺乳動物と異なり、内容物の輸送中、時間の経過に伴い増加する輸送量が、ある時点で減少し、再び増加する傾向がみられた。

投与量 1 ml の場合は、20 分より 40 分の方が、3 ml, 6 ml 投与例では 40 分より 60 分の方が、輸送量が減少した。このような輸送量の減少は、上述のように、投与量と投与後の時点によって異なるが、主として、鶏では、小腸中央部の内容物が、十二指腸を経て、筋胃内に逆流し、そのため筋胃内の内容物がかえって増加することによると解される。

安川 [29] は腹窓法により、筋胃および十二指腸運動を目で観察し、十二指腸運動において、強力な逆蠕動が生起することを認めた。そしてこの逆蠕動によ

り、胆汁や唾液が筋胃内に流入するものと推察した。また近年 Dziuk らは、レントゲン映写法により観察した結果、七面鳥の消化管でも、腸内容物は筋胃に移動することを示唆した [4, 5]。

腺胃の内容物は、量の多少にかかわらず、投与後すみやかに下部消化管に輸送され、ほとんど残留しない。Steinmetzer [19] は、嗉嚢にはいった食糜が、2分以内に筋胃に輸送されることを報告し、腺胃における内容物の通過が速いことを示唆した。

要するに、鶏の消化管、とくに筋胃および上部小腸では、内容物が口側から尾側に移動することは、哺乳動物と変わらない。しかし内容物が輸送される途上、ある時点で、小腸中央部にある内容物の一部が、上部小腸および十二指腸を経て、筋胃に逆流すると考えられる成績を得た。これは哺乳動物ではみられない、鶏の特異な現象であろう。

要 約

鶏消化管の内容物輸送状態を経時的に把握するため、 $\text{Na}_2^{51}\text{CrO}_4$ 溶液 1 ml, 3 ml および 6 ml を腺胃内に投与し、所定時間内における消化管各部位における放射能を測定し、その分布率と通過量を検討したところ、哺乳動物と異なる知見を得た。

1. 腺胃では、内容物は速やかに下部消化管に輸送され、腺胃内にほとんど残留しなかった。

2. 筋胃、十二指腸および上部小腸では、内容物の経過中に、1 ml 投与例では、通過量は 20 分間より 40 分間の方が、また 3 ml および 6 ml 投与例では 40 分間より 60 分間の方が、かえって減少した。その後、時間の経過とともに増加した。これについては、所定時間内における各部消化管の分布状態から考察し、小腸中央部の内容物の一部が口側に向って、逆に移動し、小腸上部を経て、十二指腸から筋胃内に逆流するためと解釈された。

本論文の要旨は、第 68 回日本獣医学会に発表した。

文 献

[1] Aschcraft, D. W. (1930). The correlative activities of the alimentary canal of the fowl. *Amer. J. Physiol.*, **93**, 105-110.
[2] Cannon, W. B. (1911). The mechanical factors of digestion. Longmans, New York. Cited from

Thomas, J. E. (1967). *Physiol. Rev.*, **37**, 454-474.
[3] Code, C. F. (1953). The digestive system—absorption—. *Ann. Rev. Physiol.*, **15**, 107-127.
[4] Duke, G. E., Dziuk, H. E., and Evanson, O. A. (1972). Gastric pressure and smooth muscle electrical potential changes in turkeys. *Amer. J. Physiol.*, **222**, 167-173.
[5] Dziuk, H. E., and Duke, G. E. (1972). Cine-radiographic studies of gastric motility in turkeys. *Amer. J. Physiol.*, **222**, 159-166.
[6] Ebaugh, F. G., Clemens, T., Rodnan, G., and Peterson, R. E. (1958). Quantitative measurement of gastro-intestinal blood loss. The use of radioactive ^{51}Cr in patient with gastro-intestinal haemorrhage. *Amer. J. Med.*, **25**, 169-181.
[7] Goodman, R. D., Lewis, A. E., Schuck, E. A., and Greenfield, M. A. (1952). Gastrointestinal transit. *Amer. J. Physiol.*, **169**, 236-241.
[8] Henry, K. M., MacDonald, A. J., and Magee, H. E. (1933). Observations on the function of the alimentary canal in fowls. *J. exp. Biol.*, **10**, 153-171.
[9] Hillerman, J. P., Kratzer, F. H., and Wilson, W. O. (1953). Food passage through chickens and turkeys and some regulating factors. *Poult. Sci.*, **32**, 332-335.
[10] Imondi, A. R., and Bird, F. H. (1965). The sites of nitrogen from the alimentary tract of the chicken. *Poult. Sci.*, **44**, 916-920.
[11] Jensen, L. S., Merrill, D. H., Reddy, C. V., and McGinnis, J. (1962). Observations on eating pattern and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poult. Sci.*, **41**, 1414-1419.
[12] Matuura, M., Akahori, F., and Arai, K. (1967). Studies on the movement of the alimentary canal in fowls. I. Movements of crop and gizzard. *Bull. of Azabu Vet. Col.*, No. 16, 55-56 (in Japanese).
[13] Northup, D. W., Stickney, C., and Van Liere, E. J. (1952). Effect of atropine, tetraethylammonium, bantnine and bentyl on motility of the small intestine. *Amer. J. Physiol.*, **171**, 513-515.
[14] Otani, I. (1965). Fundamental studies on digestion in the domestic fowl. I. Observations on the site of bolus deposition and the movements of the gizzard. *J. Fac. Anim. Husb., Hiroshima Univ.*, No. 6, 281-289 (in Japanese).
[15] Owen, C. A., Bollman, J. L., and Minn, R. (1954). ^{51}Cr -labeled erythrocytes for the detection of gastrointestinal haemorrhage. *J.*

- Lab. Clin. Med.*, **44**, 238-245.
- [16] Reynell, P. C., and Speray, G. H. (1956). The simultaneous measurement of absorption and transit in the gastro-intestinal tract of the rat. *J. Physiol.*, **131**, 452-462.
- [17] Saito, M., and Kibe, K. (1956). Food passage study in chicken. I. Fate and distribution of a given Fe_2O_3 in digestive canal of chicken. *Jap. J. zootech. Sci.*, **27**, 105-108 (in Japanese).
- [18] Saito, M., and Kibe, K. (1956). Food passage study in chicken. II. Difference of food passage time in breeds, in laying conditions, at growth stage, by food changes and at disease time of bird. *Jap. J. zootech. Sci.*, **27**, 108-114 (in Japanese).
- [19] Steinmetzer, K. (1924). Die zeitlichen Verhältniss beim Druchwandern von Fötter durch den Magen Papmrnal Huhnes. *Pflügers Arch. Physiol.*, **206**, 500-510.
- [20] Stickney, J. C., and Northup, D. W. (1963). Effect of nutrient meals, variable viscosity, sedation and tranquilizers on rat intestinal propulsive motility. *Federation Proc.*, **22**, 226-236.
- [21] Sturkie, P. O. (1968). *Avian Physiology*, 2nd. Ed., Ithaca, N.Y., Cornell Univ. Press.
- [22] Tanaka, F., and Maemura, F. (1955). A testing method on propulsive motility of the intestine using mice. I. On propulsive motility of the small intestine. *J. Osaka City Med. Col.*, **4**, 78-82 (in Japanese).
- [23] Tucky, R., March, B. E., and Biely, J. (1958). Diet and rate of food passage in the growing chick. *Poult. Sci.*, **37**, 786-792.
- [24] Ueda, M., and Matsumura, S. (1965). Effects of various compounds on the propulsive motility of the digestive tube in mice. *Ann. Rept. Shionogi Res. Lab.*, **15**, 174-181.
- [25] Van Liere, E. J., Northup, D. W., and Stickney, J. C. (1944). The influence of agents affecting the autonomic nervous system on the motility of the small intestine. *Amer. J. Physiol.*, **141**, 462-465.
- [26] Waldman, T. A. (1961). Gastro-intestinal protein loss demonstrated by ^{51}Cr -labelled albumin. *Lancet*, **II**, 121-123.
- [27] Waldmann, T. A., and Wochner, R. D. (1964). The use of ^{51}Cr -albumin in the study of protein-losing enteropathy. Protides of the biological fluids. Proceedings of the 11th Colloquium, 224-226.
- [28] Yagasaki, O. (1966). The effects of intestinal movement on absorption. *Folia pharmacol. japon.*, **62**, 1-7 (in Japanese).
- [29] Yasukawa, M. (1956). Studies on the movements of the gizzard and the small intestine in fowls. *Jap. J. vet. Sci.*, **18**, 11-17 (in Japanese).