

家兎呼吸瓦斯代謝測定ト苛性加里濃度

金澤醫科大學理學の診療科教室(主任平松助教授)

丘 村 外 吉

Okamura Sotoki

林 弘

Hayasi Hiroshi

(昭和18年8月3日受附)

内 容 抄 録

Knipping ノ装置ヲ使用シテ、家兎呼吸瓦斯代謝測定ニ際シ、排出セル炭酸瓦斯量ノ吸収ニ使用スル苛性加里液ノ、濃度ノ節約ヲ企圖シ、24%、15%、10%、5%ノ各濃度ノモノニ就キ、「アルコール」燃焼試験、

並ニ動物實驗ヲ行フト共ニ、理論的檢討ヲ加ヘタリ、其ノ結果、家兎ニ於テハ苛性加里10%液ト、24%液トノ間ニ、炭酸瓦斯ノ吸收量並ニ吸收速度ニ、殆ト差異ナキヲ認メタリ。

内 容 目 次

第1章 緒 言

第2章 實驗材料並ニ實驗方法

第3章 實驗成績

第1項 「アルコール」燃焼試験

第2項 動物實驗

第4章 總括並ニ考按

第5章 結 論

主要文獻

第1章 緒 言

Hoppe-Seyler, Rubner, Grafe, Rolly = 依リ瓦斯新陳代謝ノ分野ガ開拓サレ、Zunz-Geppert, Tissot, Benedict, Grafe, Rolly, Jaquet, = 依リ瓦斯代謝測定装置ノ改良ガ行ハレ、消費酸素量ト共ニ 排出炭酸瓦斯量ノ測定ガ可能ト成ツタ。

1924年 Knipping⁽¹⁾ハ Regnaul-Reiset 及ビ Benedict ノ装置ノ原理ヲ採リ入レ、酸素消費量及ビ炭酸瓦斯排出量ヲ共ニ容量分析ニ依リ求め、測定ノ煩雜ト共ニ起ル種々ノ誤差ヲ取除ク可ク、呼吸瓦斯代謝測定装置ヲ創案シタ。

排出セル炭酸瓦斯ノ吸収ニハ、苛性加里液ガ

使用サレルガ、其ノ濃度ニ就キ Zunz = Geppert⁽²⁾ハ40%、Regnaul-Reiset⁽³⁾ハ39~40%、Knippingハ50%、藤本⁽⁴⁾ハ Knipping ノ装置ハ40%ノ溶液ヲ、何レモ100坵使用シテ居ル。

以上ハ主トシテ、人體乃至大動物ノ瓦斯代謝測定ニ際シテノ、苛性加里濃度並ニ量デアル。

Knipping ノ動物用瓦斯代謝測定装置ハ24%苛性加里液75坵ヲ使用スル規定ニ成ツテ居リ、余等モ、現在迄之ヲ以テ各種ノ實驗ヲ重ネテ來タガ、各方面ニ於ケル苛性加里ノ需要激增シ、之ガ節約ノ要望サレル折柄、家兎ノ如キ小動物ノ炭酸瓦斯排出量ノ吸収ニ、人體實驗ノ際ニ比

較シ、前記セル如キ高濃度ノ苛性加里液ヲ必要トスルヤ否ヤヲ検討ス可ク、本實驗ヲ企テ、一

定ノ成績ヲ得タルモ以テ、茲ニ報告セントスル次第デアル。

第2章 實驗材料並ニ實驗方法

實驗動物ハ體重1.5乃至3.5匁ノ家兎ヲ使用シタ。

呼吸瓦斯代謝測定器ハ、Knippingノ裝置ヲ、動物用トシテ、種々改良シタモノデ、動物ハ流線型金屬容器ニ入レ、其ノ排氣ハ六道活栓、「スピロメーター」及ビ「ポンプ」ヲ通ジテ、洗滌罐内ノ苛性加里液中ニ噴出シ、炭酸瓦斯及ビ水分ハ吸着セシメラレ、殘氣ハ六道活栓ヲ經テ、再ビ動物容器内ニ入ル。

動物ノ酸素量ハ、「スピロメーター」ノ低下ヲ示指スル描寫器ノ記錄ヲ讀ミ、炭酸瓦斯排出量ハ、苛性加里液ニ、硫酸ヲ滴下シテ、溶解セル、炭酸瓦斯ヲ放出サセ、其際、「スピロメーター」ノ上昇ヲ示ス描寫器ノ記錄ヲ讀ミ、斯クシテ、「スピロメーター」ノ目盛ヨリ、10分間ノ酸素消費量及ビ、炭酸瓦斯排出量ヲ求メ、之

ヲ標準溫壓狀態ニ換算シ、又豫メ苛性加里液ノ自然ニ含有スル炭酸瓦斯ヲ測定シテ補正ヲ加ヘタ。

呼吸商ヲ型ノ如ク計算シ、Zunz-Schumbürg-Ierskノ表カラ算出セルKnippingノ圖ヨリ、之ガ係數ヲ求メ、之ヲ10分間ノ酸素消費量ニ乘ジ、24時間ノ發生熱量ヲ計算シ、之ヲ體重毎匁「カロリー」單位ニテ表示シタ。

尚洗滌罐ハ水槽内ニ入レ、炭酸瓦斯吸收及ビ放出ニ依リ起レル、發生熱ヲ除キ去リテ、常ニ溫度ヲ一定ニ保ツ様ニ留意シタ。

苛性加里液ハ24%、15%、10%、5%ノモノヲ各々75匁使用シタ。

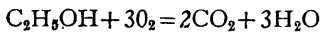
第3章 實驗成績

第1項 「アルコール」燃焼試験

余等ハ先ヅ裝置ノ性能、並ニ操作上ヨリ來ル物理化學的誤差ノ有無ヲ檢センガ爲、「アルコール」燃焼試験ヲ行ツタ。

「アルコール」燃焼裝置ハ、電氣抵抗器、點火裝置、燃焼ランプ」ノ3部ヨリ成リ、燃焼ランプ」内ニ純粹「アルコール」ヲ入レ、點火裝置ト共ニ動物呼吸室内ニ入レ、外部ノ電氣抵抗器ノ電流ヲ調節シ、點火裝置ニ依リ燃焼ランプ」ニ點火シ、試驗ヲ行ツタ。

「アルコール」燃焼ノ際ノ化學變化ハ次ノ如クデアル。



$$\therefore R.Q. = \frac{CO_2}{O_2} = \frac{2}{3} = 0.666\dots (a)$$

余等ノ實驗成績ハ第1表ノ如ク、24%、15%、10%ノ各苛性加里溶液ヲ吸收劑トシ、「アルコール」ヲ實驗系統内ニテ燃焼セル際ノ呼吸商(R. Q.)ハ(a)ニ近イガ、5%ノ溶液ハ稍呼吸商ハ小トナル傾向ヲ認メタ。

以上ノ如ク、500匁前後ノ炭酸瓦斯吸收ニ就

テ液ト10%液ト24%ノ間ニ、吸收能力、並ニ吸收速度ニ殆ド變差ノ無イ事ガ明カニ認メラレタ。

第1表 アルコール燃焼試験

KOH濃度	體重(匁)	酸素攝取量(10分間)	炭酸瓦斯排水量(10分間)	呼吸商	每匁「カロリー」(24時間)
24%		659.23	421.89	0.639	
"		748.44	500.02	0.668	
"		722.30	499.96	0.692	
15%		691.90	443.67	0.641	
"		692.64	467.58	0.675	
"		769.16	529.61	0.688	
10%		597.28	398.90	0.667	
"		564.25	398.18	0.689	
"		634.75	405.61	0.639	
5%		667.12	447.63	0.671	
"		518.56	337.25	0.650	
"		658.59	416.89	0.633	

第2項 動物實驗

實驗ハ各濃度ノ苛性加里液ヲ使用シ、且種々

ノ組合セデ實驗シタノデ、其ノ成績ハ第2表、第3表、第4表ノ如クデアル。

第 2 表

家兔番號	KOH濃度	體重(疋)	酸素攝取量(10分間)	炭酸瓦斯排水量(10分間)	呼吸商	每疋「カロリー」(24時間)
I	24%	2.10	169.86	135.92	0.80	56.76
	15%	"	177.16	141.70	0.79	59.01
II	15%	1.90	178.96	136.24	0.76	65.65
	24%	"	188.06	141.98	0.75	68.83
III	24%	1.90	207.69	140.72	0.67	75.15
	15%	"	201.67	144.38	0.71	73.23
IV	24%	2.40	187.65	151.89	0.80	54.88
	15%	"	189.76	157.38	0.82	55.74
V	15%	2.80	205.81	168.86	0.82	51.82
	24%	"	211.86	181.60	0.85	53.39
VI	24%	2.50	169.30	145.70	0.85	48.01
	15%	"	169.30	135.40	0.79	47.43

第2表ハ24%濃度ノ苛性加里液ト15%ノ液トノ比較デアルガ、實驗誤差範圍内ノ變動ヲ認メルノミデアル。

第3表ハ24%、15%、10%ノ各苛性加里液ヲ使用シタノデ、之ニ於テモ實驗誤差範圍内ノ變動デアル。

第4表ハ更ニ24%、15%、10%、5%ノ苛性加里液ヲ使用シタガ、5%ノ稀薄ナモノヲ使用シテモ尙24%、15%ノモノトノ間ニ差異ヲ見出サナイ。

又家兔ノ體重モ1.5乃至3.5疋ノ未熟ナルモノヨリ老熟シタモノ各種ヲ使用シ、炭酸瓦斯排水量200疋前後ノモノニ於テモ、5%液中ヨリ24%液ノ間ニ殆ド差異ヲ發見出來ナカツタ。

第 3 表

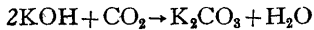
家兔番號	KOH濃度	體重(疋)	酸素攝取量(10分間)	炭酸瓦斯排水量(10分間)	呼吸商	每疋「カロリー」(24時間)
VII	24%	3.35	245.2	188.4	0.77	51.1
	15%	"	245.4	191.7	0.78	51.2
	10%	"	250.4	192.6	0.77	52.2
	10%	3.13	257.2	197.6	0.77	57.4
VIII	15%	"	263.3	203.4	0.77	58.7
	24%	"	257.2	199.3	0.78	57.5
	24%	2.69	203.3	150.1	0.74	52.4
IX	15%	"	196.7	149.5	0.75	50.9
	10%	"	203.1	154.3	0.76	52.6
	10%	2.38	229.2	144.4	0.63	65.4
X	15%	"	222.5	137.6	0.62	63.3
	24%	"	228.7	145.8	0.64	65.4
	24%	2.71	229.2	183.4	0.80	59.4
XI	15%	"	235.5	194.4	0.83	61.4
	10%	"	232.4	190.1	0.82	60.5
	24%	2.48	244.7	188.8	0.77	68.9
	15%	"	244.7	185.2	0.76	68.8
XII	10%	"	250.9	189.9	0.76	70.5
	24%	1.73	157.0	125.6	0.80	63.7
XIII	15%	"	157.0	119.1	0.76	63.3
	10%	"	160.1	130.5	0.82	65.2

第 4 表

家兔番號	KOH濃度	體重(疋)	酸素攝取量(10分間)	炭酸瓦斯排水量(10分間)	呼吸商	每疋「カロリー」(24時間)
XIII	24%	2.05	203.2	141.2	0.69	68.1
	15%	"	202.6	143.2	0.71	68.2
	10%	"	200.7	131.9	0.66	66.9
	5%	"	200.5	141.0	0.70	67.3
XV	5%	1.91	166.6	135.2	0.81	61.4
	10%	"	165.7	130.9	0.78	60.7
	15%	"	163.1	137.9	0.85	60.5
	24%	"	162.9	135.3	0.83	60.3
XVI	24%	2.29	220.0	195.5	0.89	68.6
	15%	"	226.1	188.3	0.83	69.8
	10%	"	226.3	191.6	0.85	70.1
XVII	5%	"	232.4	194.5	0.84	71.8
	24%	1.98	188.9	155.2	0.82	67.3
	15%	"	185.8	151.4	0.81	66.0
XVIII	10%	"	186.2	145.5	0.78	65.8
	5%	"	188.9	145.4	0.77	66.6
	24%	1.94	155.5	127.4	0.82	56.5
	15%	"	155.5	117.8	0.76	55.9
	10%	"	158.1	120.6	0.76	56.8
	5%	"	155.3	130.9	0.84	56.6

第4章 總括並ニ考按

苛性加里液 = 依ル炭酸瓦斯ノ吸收ヲ簡單ナル化學式デ示セバ、次ノ如クデアル。



上記化學式ヨリ濃度10%以上ノ苛性加里液75耗ガ、標準溫壓乃至室溫ニ於テ、1立以上ノ炭酸瓦斯ノ吸收可能ナ事ガ知ラレル。

家兎ノ如キ小動物デハ、1回ノ實驗ニ際シ概ネ1立ノ炭酸瓦斯吸收可能ナラバ、實驗ニ供シ得ルノデアル。

此所ニ重要ナルハ、苛性加里液ノ炭酸瓦斯吸收速度デアル。

一般ニ瓦斯ノ吸收ハ、物質ガ瓦斯ヨリ液ヘノ移動ト、熱ノ發生トノ同時ニ起ル現象デアツテ、此ノ兩者ヲ同時ニ併セ考ヘネバナラヌガ、而シテ實驗裝置ハ發生熱ハ迅速ニ除去シテ溫度ヲ一定ニ保ツ様ニ留意セラレテアル故、物質移動ノミヲ考慮スレバヨイ。

而シテ炭酸瓦斯ノ吸收速度ハ、次ノ條件ニ依リ影響ヲ受ク。

- 1) 器内ノ瓦斯中ノ CO_2 分壓
- 2) 「アルカリ」濃度
- 3) 「ポンプ」回轉速度 (瓦斯及ビ「アルカリ」溶液ノ攪拌ノ速度)
- 4) 溫度ノ影響

以上ノ中、今問題トナルハ「アルカリ」濃度デアル。

瓦斯ノ吸收速度ニ就テハ Lewis and Whitman⁽⁶⁾ノ所謂「二重皮膜説」ガ權威アルモノトシテ知ラレテ居リ、氏等ニ依レバ結局瓦斯ノ吸收ハ、擴散速度ニ依リ支配サレルト見做シテ居ル。

瓦斯ノ吸收ニハ物理的ノ吸收ノミナラズ、化學的ノ吸收モアリ得ルノデ、前記ノ如キ説明デハ尙不充分ノ點モアル。

苛性加里乃至苛性曹達ニ依ル炭酸瓦斯ノ吸收ニ關シテハ、Ledig and Weaver⁽⁶⁾、Jablenszky and Prezemski⁽⁷⁾、箕作新六⁽⁸⁾等ノ研究ガアリ、主トシテ純粹ナ炭酸瓦斯ノ吸收ニ就テ實驗シテ居ル。

Lewis = 依レバ氣液接觸面ノ二重皮膜内ノ擴散速度ニハ、次ノ法則ガ成立スル。

$$\frac{dW}{Ad\theta} = \frac{Dg}{tg} (Pg - Pi)$$

但シ $dW \dots d\theta$ 時間内ニ吸收サレル CO_2 ノ「モル數

$A \dots$ 接觸面積

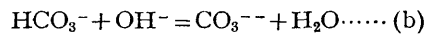
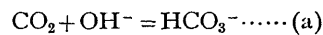
$Dg \dots$ 空氣中ニ於ケル CO_2 ノ擴散係數

$tg \dots$ 瓦斯皮膜ノ厚サ

Pg 及ビ $Pi \dots$ 夫々皮膜ノ外及ビ接觸面ニ於ケル CO_2 ノ分壓

更ニ液皮膜内ニ於テハ、擴散ト化學反應トガ併セ考ヘラル可キデアル。

而シテ苛性「アルカリ」ニ依リ炭酸瓦斯ノ吸收ハ次ノ如キ二段反應ガ考ヘラルル。



而シテ (b) ハ極メテ早く反應速度ハ (a) ニテ支配サレルト見做サレル故、此ノ反應速度ハ OH^- ノ濃度ニ比例スル事ニナル。

八田⁽⁹⁾ハ空氣ヲ混ズル炭酸瓦斯ノ苛性加里液ニ依ル吸收速度ニ就キ研究シ、氣液接觸面ノ二重皮膜内ノ擴散速度ト、反應速度トヲ連結シテ次ノ二ツノ式ヲ誘導シタ。

$$\frac{d.W}{Ad\theta} = KgPg \dots (A)$$

$$\frac{d.W}{Ad\theta} = \left(\frac{S}{2} X + HPg \right) / \left(\frac{1}{Ki} + \frac{H}{Kg} \right) \dots (B)$$

但シ $Kg = Dg/tg$ 、

$Ki = Di/ti$

$Di =$ 液中ニ於ケル CO_2 ノ擴散係數

$ti =$ 液皮膜ノ厚サ

$X =$ 「アルカリ」ノ全濃度

$S = \text{CO}_3^{--}$ ト CO_2 トノ擴散係數ノ比

$H =$ 「ヘンリー」ノ溶解度係數

(A) ハ液中ノ遊離「アルカリ」ノ濃度大ニシテ接觸面ニモ尙遊離「アルカリ」ノ存在スル場合ニシテ、(B) ハ遊離「アルカリ」ノ濃度小ニシテ、液皮膜ノ内部接觸面ノ附近ガ全部 K_2CO_3 トナリシ場合ニシテ、兩式ノ限界ニ於ケル遊離「アル

カリ」ノ濃度ハ $X = 2KgPg/S.KC$ ニテ表ハサルト述ベタガ、(A)ヲ見ルト吸收速度ガ「アルカリ」全濃度＝無關係ナ事ガ知ラレル。

箕作、遠藤ハ苛性曹達液＝依ル炭酸瓦斯ノ吸收速度＝就テ、吸收速度ハ苛性曹達ノ濃度及ビ反應面ノ面積＝比例スル事ヲ確メルト共ニ苛性曹達ノ濃度ガ變化スルトモ、實測シタル範圍内＝於テ(1N~4N)吸收速度ハ殆ド時間＝無關係ナリト報告シテ居ル。

八田ノ實驗成績＝於テモ、殘餘「アルカリ」濃度 1.0n 以上＝於テハ、吸收速度ハ「アルカリ」濃度＝無關係ナ事ガ認めラレル。

余等ノ使用セル10%以上ノ濃度ノ苛性加里液ハ、1.0n 以上＝相當スル事＝ナリ、且家兎ノ排出スル炭酸瓦斯ハ、1回ノ實驗＝於テ500 耗以内ガ多ク、1立ヲ越ユル事ハ殆ド無イ、

之ヲ要スルニ、余等ノ「アルコール」燃焼試験、並ニ動物實驗及ビ理論的考察ヨリ濃度10%ノ苛性加里液75 耗ヲ使用シテ、家兎ノ呼吸瓦斯代謝ヲ測定スルモ、排出炭酸瓦斯ノ吸收量及ビ吸收速度＝於テノ24%苛性加里液ヲ使用セル場合ト差異ナク、正確ニ測定シ得ラレル事ヲ認メタ。

第5章 結 論

1) 種々ナル濃度ノ苛性加里液ヲ使用シ、「アルコール」燃焼試験、並ニ動物實驗ヲ行ヒ、排出炭酸瓦斯ノ吸收能力、吸收速度＝就キ實驗ヲ行ツタ。

2) 濃度10%乃至15%ノ苛性加里液ハ24%液

ト同様、家兎ノ呼吸瓦斯代謝ヲ正確ニ測定シ得ル事ヲ認メタ。

(稿ヲ終ルニ臨ミ、御懇篤ナル御指導ト御校閲ヲ賜ハリタル恩師平松助教教授ニ深甚ノ謝意ヲ表ス)。

主 要 文 獻

- 1) Knipping, Dtsch. Archiv. f. Klin. Med. 145, 179, 1924. Z. f. Physiol. Chem. 145, 154, 1925. Z. ges. exp. Med. 50, 345, 1926.
- 2) Zunz-Geppert, Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden v. Abderhalden Abt. IV. Fol. 10.
- 3) Regnaud-Reiset, Ebenda. 4) 藤本薫喜, 露木貞夫, 東京醫事新誌, 61年, 3095號, 2101頁.
- 5) Lewis and Whitman, J. Ind. Eng. Chem.

- 1924, 16, 1215. 6) Ledig and Weaver, J. Amer. Chem. Soc. 1924, 46, 650. 7) Jabbenzynski and Prezemzski, J. Chem. Physiol. 1912, 10, 271. 8) 箕作新六, 遠藤義信, 日本化學雜誌, 48卷, 53頁, 49卷, 208頁. 9) 八田四郎次, 工業化學雜誌, 31卷, 869頁.