シロネズミにおけるアルコール嗜好について(2)¹⁾

—Alc-Alc 二瓶法による分析—

中京大学文学部 加 川 元 通

シロネズミやハツカネズミにおける Alc 嗜好の研究において、Alc 嗜好の測定法として Alc—水の二瓶法がよく用いられている。これは被験体に Alc 溶液と水をともに提供してそれぞれの摂取量を 1 日単位で測る方法であり、Alc 嗜好の測度として Alc 摂取率、即ち、Alc と水の合計摂取量に対する Alc 摂取量の比が用いられている。

この方法は、同じ濃度の溶液について比較する場合には適当であるが、濃度の異なる溶液について比較するには必ずしも適当でない。Alc 摂取の事後効果はその後の Alc 摂取に対して抑制的に働き、その作用は Alc 溶液の摂取量が一定なら濃度が高いほど厳しいものと思われる。それゆえ、例えば 3% 溶液の摂取率が .80 であり 9% 溶液の摂取率が .30 である場合に、3% 溶液が 9% 溶液より好まれたとは必ずしもいえない。

この方法にはまた他の面の制約もある。即ち、Alc 摂取率が比較的容易に尺度の極限に近づくため、嗜好度の違いを弁別しにくいことがある。極く一般的に言えば、1~5% の範囲内ではシロネズミは水をほとんど飲まず専ら Alc 溶液を飲む (1, 4)。このため Alc 摂取率にはあまり差が生じないので、シロネズミはこのような広い範囲の濃度の Alc 溶液をほぼ同程度に強く好むと考えられているようである (2)。しかし、このように尺度の極限に近い水準で Alc 摂取率が等しい場合、直ちには嗜好の強度が等しいと結論すべきでなからう。

以上の如く、Alc—水二瓶法には異なる濃度の間の嗜好の比較をするためには不適当な点がある。そのような比較をするには、濃度の異なる 2 種の溶液をともに与えてそのどちらをより多く摂取するかを調べる直接的方法 (以下これを Alc—Alc 二瓶法とよぶ) が利用可能と思われる。Alc—水二瓶法ではどの濃度の溶液も常に水との比較においてその選択の度合いが調べられるのに対し、この Alc—Alc 二瓶法では 3 種以上の濃度のあらゆる組合せについて選択の型を調べることができる。それゆえ、この方法には、それらの関連を調べることにより選択摂取行動における法則性を明らかにできるという利点もある。そこで、われわれは Alc 嗜好の分析を行なうとともに、この方法の有用性を明らかにすることを目的として、この研究を計画した。

なお、テストに用いる溶液濃度は、3, 5, 7, 9(%) の 4 段階とした。加川・梅岡 (1) は、Alc 濃度連続体はシロネズミの Alc 嗜好に関して少なくとも 2 つの部分——3~5%

¹⁾ この研究にあたり、実験Ⅰは鈴木美智子君の、また、実験Ⅱは伊藤倫子君と沢井良子君の協力を得た。記して謝意を表する次第である。

と7~10%——に分けられると報告している。今回取上げた濃度はこの両者にまたがるものである。

実 験 I

方 法

被験体と装置 守山荘ラット研究所(名古屋)から提供されたMP系シロネズミの雄8匹。実験開始時の日令は約100日で、体重は約220gであった。これらの被験体は実験開始の30日前から簡易防音室(リオン KK 製聴力検査室 AT-5E 型)に設置された金属製飼育箱に個別に収容された。この飼育箱は巾15cm、奥行20cm、高さ15cmで、前面に目盛付ガラス管給水瓶が2本(約10cm間隔)、また、奥面には餌箱が装着されている。飼料としてはオリエンタル固型飼料MFが実験期間中充分に与えられている。照明は毎日16時から1時間のみなされ、それ以外の時間は設備の都合上真暗である。

Alc 溶液 1級試薬エタノール(99.5%)と水道水を用いて作成した。用いた濃度は3, 5, 7, 9(容量%)の4段階である。これらは使用する前日に準備した。

手続 実験はすべて上記のホームケージに収容したまま行なわれた。1日のテスト手続は、被験体に濃度の異なる2種の Alc 溶液を17時に与え、翌日の16時にそれぞれの摂取量を測定することである。この間水は与えない。

1セッションを8日間とし、上記のテストを隔日に4日施した。この繰返し中に各 Alc 溶液の与えられる瓶および位置の効果を統制した。テスト日間の日(以下、挿入日とよぶ)には2本の瓶とも水道水が与えられた。それ以外の点はテスト日と全く同じとした。

選択テストは4種濃度のあらゆる組合せについて1セッションずつ行なった。それらは、3-5, 5-7, 7-9, 7-3, 9-5, 9-3(%)の順序で連続して行なわれた。

結 果

初めに各溶液の摂取率に注目しよう。これは、2種溶液の合計摂取量に対する一方の溶液の摂取量の百分比を求め、それを角変換したものである。対になった溶液の両者についてそれぞれこの値が得られるが、以下、摂取率に言及する際には、その対象となった溶液をテスト溶液、他方の溶液をペア溶液とよぶことにする。

Fig. 1 はペア溶液濃度条件を混みにして算出した各テスト溶液の平均摂取率を個体別に示したものである。これによると、7,9%濃度の摂取率が高い個体(4匹)と3,5%濃度の摂取率が高い個体(4匹)とが認められる。以下、それらをそれぞれ高濃度選好型、低濃度選好型とよぶことにする。

Fig. 2 は各組合せにおける濃度の高い方の溶液の摂取率を個体別に示したものである。これによると後半のセッションにおいて、高濃度選好型の個体は濃度の高い方の溶液を、

Fig. 1. Mean selection scores of each rat for test alcohol solution. Selection score is expressed as $\text{arc-sine } \sqrt{\text{percentage}}$, where percentage is (milliliters of alcohol solution consumed $\times 100$) divided by (milliliters of water + milliliters of alcohol solution consumed). Two kinds of lines are used to identify two types of preference: higher concentration preference and lower concentration preference.

また低濃度選好型の個体は濃度の低い方の溶液をより多く飲む¹⁾傾向が強くなり、選好型の違いが明瞭になっている。以上の傾向は Alc 溶液摂取量の測度についても認められた。

Fig. 3 は挿入日の液体（水道水）摂取量に対するテスト日の液体（Alc 溶液）摂取量の比を示したものである。低濃度選好型の個体にある程度共通する特徴として、すべてのセッションにおいてこの比が1をかなり下回る——挿入日の水道水摂取量がテスト日の Alc 溶液摂取量をはるかに凌駕する——傾向をあげて良いように思われる。これに対し、高濃度選好型の特徴はあまり明瞭でない。

¹⁾ 二つの型が摂取率角変換値45の上と下に分れている。

Fig. 2. Mean selection scores of each rat for the higher concentration alcohol solution in each session. Each point represents 4 days of testing. Solid line and broken one correspond to the higher concentration preference and the lower concentration preference shown in Fig.1 respectively (See Fig.1 for selection score).

Fig. 3. Ratio of alcohol intake (during 4 days of testing) to water intake (during 4 days of rest) in each session for each rat. Solid line and broken one correspond to the higher concentration preference and the lower concentration preference shown in Fig.1 respectively.

実 験 II

実験 I において 2 つの選好型が認められたが、それらは後半のセッションにおいて明瞭に分離している。これらのセッションにおける組合せ溶液の濃度差は初めの 3 セッションよりも大きい。それゆえ、上記の現象がそのような濃度差によるものか、或は系列の後半にテストされたことによるものか調べる必要がある。そこで、各組合せのテスト順序を実験 I とまったく逆にしてこの実験を行なった。なお、実験の進行中初めの 2 セッションの資料が実験 I と著しく異なることが明らかとなったので、初めの 3 セッションの組合せテストを系列の最後に付け加えた。

方 法

被験体と装置 生後約 75 日の MP 系シロネズミの雄 11 匹。これらは実験開始の 2 日前から簡易防音室に設置された飼育箱に収容された。ここで用いた飼育箱の大きさは $30 \times 18 \times$

12(cm)で、給水瓶の間隔は約12cmであった。照明は、午前8時から12時間を明条件、残りの12時間を暗条件（6V豆球2個による間接照明）とした。

手続 次の点を除き、実験Ⅰとまったく同じとした。即ち、各組合せのテスト順序は実験Ⅰと逆に9-3、9-5、7-3、9-7、7-5、5-3とし、更に引続き前半部の9-3、9-5、7-3を再度行なった。

結 果

Fig. 4 は各組合せにおける濃度の高い方の溶液についてその摂取率を個体別に示したものである。これによると、組合せ溶液の濃度差が大きい場合に個体差が大きく現われ濃度差が小さい場合にその現われ方が小さいという傾向が第3セッション以降について認められる。他方、第1セッションにおいては凡ての個体が高濃度溶液を強く拒否しており、これは同じ組合せについて行なわれた第7セッションの資料と著るしく異なる。また、これほど極端ではなくなっているが、第2セッションと第8セッションについても同様のこと

Fig. 4. Mean selection scores of each rat for the higher concentration alcohol solution in each session of Exp. II. Solid line, broken one and chain one correspond to the higher concentration preference, the lower concentration preference and the middle concentration preference respectively.

Fig. 5. Mean selection scores of each rat for test alcohol solutions, showing data for session 4 to session 9 in Exp. II. Three kinds of lines are used to identify three types of preference.

がいえる。それゆえ、テスト系列の初期に得られる資料はある意味で特殊なものであると考えられる。そこで、Fig. 5 には第 4 セッション以降の資料について得られた各溶液の平均摂取率を示した。これによると、濃度が低いほど摂取率の高い個体（低濃度選好型、4 匹）と、逆に濃度が高い時に（7% または 9%）摂取率の高い個体（高濃度選好型、4 匹）と、他にその中間の個体（3 匹）とが認められよう。

Fig. 6 は、挿入日の水道水摂取量に対するテスト日の Alc 溶液摂取量の比を示したものである。初めの 2 セッションでは凡ての個体において Alc 溶液摂取量が水道水摂取量よりも少ない。その後のセッションにおいてはこれと逆の傾向を示す事例も認められるが、それらはほとんど高濃度選好型か中間型の個体によるものである。これに対し、低濃度選好型の特徴として、Alc 溶液摂取量が水道水摂取量よりも少ない傾向を認めることができる。

さて、この研究では 4 種濃度のあらゆる組合せについてテストを行なっている。そこで、それぞれの組合せについてどちらの溶液がより多く摂取されたかという点のみに注目して、各濃度溶液の好悪の順序づけを個体別に行なった (Table 1)。各組合せテストの結果に

Fig. 6. Ratio of alcohol intake to water intake in each session for each rat (Exp. II). Solid line, broken one and chain one correspond to the higher concentration preference, the lower concentration preference and the middle concentration preference shown in Fig. 5 respectively.

Table 1. Arrangement of alcohol concentrations in the order of preference for each rat. The arrangement was done by comparing members of each pair with each other in each test session. In the case of Exp. II data were used only for session 4 to session 9. In the parentheses are the numbers of rats exhibiting the respective order.

Type of preference in Fig. 1 or Fig. 5	Alcohol concentrations in the order of preference	
	Exp. I	Exp. II
Higher concentration preference	$9 > 7 > 5 > 3$ (2)	$9 > 7 > 5 > 3$ (2)
	Impossible to rank (2)	$7 > 9 > 5 > 3$ (2)
Middle concentration preference		$7 > 5 > 9 > 3$ (1)
		$5 > 7 > 3 > 9$ (1)
		Impossible to rank (1)
Lower concentration preference	$5 > 7 > 3 > 9$ (1)	
	$5 > 3 > 7 > 9$ (2)	$3 > 5 > 7 > 9$ (4)
	$3 > 5 > 7 > 9$ (1)	

内部矛盾があるため順位づけの不可能な個体が19匹中3匹いたが、二項分布検定（片側）によると、この比は0.2%水準の危険率で0.5よりも小さいといえる。

考 察

Fig. 1 および Fig. 5 から、今回用いられた濃度の範囲内ではより高い濃度の Alc 溶液を好む個体、より低い濃度の溶液を好む個体、およびそれらの中間に属する個体、などの存在が認められる。このような個体特性は、それぞれの組合せテストの結果から各濃度の嗜好度を順序づけた Table 1 によっても裏づけられる。なお、Fig. 5 および Table 1（実験Ⅱの部分）は最初の3セッションを除外した資料に基づいているが、ここで論じられている個体特性は後に触れるようにある程度の Alc 摂取経験の後に顕現するものであると考えれば問題なからう。

前述の如く、シロネズミは1～5%の範囲の Alc 溶液を好むと一般的にいわれている。これに対し加川・梅岡（1）は同じ Alc—水二瓶法を用いて8～10%の溶液をより低い濃度のものより好む個体のいることを示唆している。今回認められた高濃度選好型の存在はこの加川・梅岡の結果を Alc—水二瓶法によるよりも直接的に確認したものといえる。

他方、低濃度選好型は上述の一般説と一応合致するが、これについては今後更に調べる必要がある。なぜなら、今回の Alc—Alc 二瓶法事態ではテスト日に水の摂取が許されていないので、濃度の低い方の溶液が水の代理物として、即ち、水分要求を充足させるものとして選択されている可能性がある。Fig. 3 および Fig. 6 によると、低濃度選好型を示す個体においてはテスト日の液体摂取量が挿入日の水摂取量よりも少ない傾向が認められる。それゆえ、少なくとも彼らの一部は低濃度溶液をも拒否している可能性がある。これを明らかにするために、現在われわれは水を加えた3種液体の間の選択行動を調べている。

上述の如き個体特性は組合せ溶液の濃度差が比較的大きい（4, 6%）時に明瞭に現われる可能性が Fig. 2 に示されている。これについてテスト順序の効果を統制するために行なった実験Ⅱの資料（Fig. 4）によると、組合せ溶液の濃度差が大きくても初めの2セッションにおいては個体特性の違いが明瞭に現われず、第3セッション以降に初めて明瞭に現われるようになっている。因みに、初めの2セッションと同じ組合せのテストを行なった第7、第8セッションにおいてもそれらが明瞭に現われている。他方、3%対7%のテストで個体特性の違いが明瞭に現われた第3セッションの後でも、濃度差が小さい場合（第4～第6セッション）それらの違いが不明瞭になっている。それゆえ、Alc 摂取経験とは関係なく濃度差が小さい時には個体特性の違いがあまり明瞭に現われないものと考えられよう。以上の点を総合すると、Alc 嗜好の個体特性の違いはある程度の Alc 摂取経験の後に顕現するものであり、そこでその個体特性を捉えるには、濃度差がある程度大きい組合せの Alc—Alc 二瓶法を用いるとよいと結論できよう。

ところで、高濃度選好型を示す個体もテスト初期においては高濃度溶液を拒否し低濃度

溶液を選択している (Fig. 4)。更にこの時期にはテスト日の Alc 摂取量が挿入日の水摂取量より少ない (Fig. 6)。それゆえ、彼らも初めて Alc に接した時には低い濃度のものでも Alc を拒否したものと考えられる。しかし、半ば強制的に Alc を摂取させられるうちに、彼らは一転して 9 % の高濃度溶液を積極的に選択摂取するようになった。Alc 一水二瓶法によっても、Alc 摂取経験に伴ない Alc 摂取率が高くなることから Alc 摂取経験の効果が示唆されているが (1, 3), その効果が如何なるものであるかは明らかにされていない。今回の結果からは、そのような効果が単に Alc を多量に摂取できるようになるという生理的特性 (代謝耐性の如き) の変化をもたらすものでなく、Alc の narcotic な薬理効果を積極的に求めるようになるという心理学的側面における変化をもたらすものであると考えられよう。

さて、Table 1 に示されるように、各組合せテストの結果に完全な推移律の成立する個体は 19 匹中 16 匹いた。この比が有意に 0.5 より大きいことから、この推移律は偶然成立したものでなく原則的に成立するものと一応考えてよからう。このことは、かかる選択摂取事態における選択行動が何らかの有意意味な心理学的行動規準に基づいてなされていることを示し、かつ、かかる方法の信頼性を保証するものである。この行動規準はいわゆる嗜好の概念と密接な関連をもつものと考えてよからう。

他方、残りの 3 匹については、完全な推移律を崩すところがそれぞれ 1 カ所ずつ認められた。個々の個体の特異性を認めようとするわれわれの立場からは、これを安易に誤差として無視できない。それゆえ、ある種の個体においては Alc 濃度の好みには完全な推移律が成立せず組合せ溶液の間の相互作用が働らくという仮説を留保しておきたい。

ところで、Alc 濃度選好に完全なる推移律が成立するなら「最も好まれる濃度」をこの方法で調べることができる。従来、Alc 嗜好特性の着眼点として嗜好閾値と indifference point が取上げられてきたが (1, 2, 4), この「最も好まれる濃度」をそれらに付け加えることができれば有用なものとならう。

要 約

この研究の目的は、Alc—Alc 二瓶法事態におけるシロネズミの選択摂取行動を調べることにある。被験体は MP 系の雄のシロネズミで、実験Ⅰでは生後約 100 日のものを 8 匹、実験Ⅱでは生後約 75 日のものを 11 匹用いた。彼らはホームケージで濃度の異なる Alc 溶液を 2 種与えられ、それぞれの摂取量が 1 日単位で測定された。この手続きが 1 セッション (8 日間) 中に 4 回隔日に繰返され、その間に位置および瓶の効果が統制された。挿入日には水が与えられた。用いられた Alc 濃度は、3, 5, 7, 9 (容量 %) の 4 種で、この凡ての組合せにつき 1 セッションずつ連続してテストが行なわれた。その順は、実験Ⅰでは 3-5, 5-7, 7-9, 3-7, 5-9, 3-9 の順とし、また実験Ⅱでは、この逆の 3-9, 5-9, 3-7, 7-9, 5-7, 3-5 の順とし、この後更に最初の 3 セッションを繰返した。

主な結果。1) この研究で用いられた3~9%の濃度について、高濃度選好型、低濃度選好型、中間型などの個体特性が認められた (Fig. 1, Fig. 5, Table 1)。これらの個体特性の違いは組合せ溶液の濃度差がある程度大きい時に明瞭となった (Fig. 2, Fig. 4)。

2) そこで認められた低濃度選好型には Alc 拒否型も含まれているらしい (Fig. 3, Fig. 6)。

3) 高濃度選好型の個体も初めは Alc を拒否するが、Alc 摂取経験により高濃度 Alc を積極的に選択するようになった (Fig. 4, Fig. 6)。

4) 各組合せにおける選好度の大小関係には推移律が成立する傾向が認められた (Table 1)。

REFERENCES

1. 加川元通・梅岡義貴 シロネズミにおけるアルコール嗜好について一濃度選好曲線の分析— 動物心理学年報, 1968, 18, 1-10.
2. KARN, M., and STELLER, E. Alcohol preference in normal and anosmic rats. *J. comp. physiol. Psychol.*, 60, 53, 571-575.
3. POWELL, B. J., KAMANO, D. K., and MARTIN, L. K. Multiple factors affecting volitional consumption of alcohol in the Abrams Wistar rat. *Quart. J. Stud. Alc.*, 1966, 27, 7-15.
4. RICHTER, C. P., and CAMPBELL, K. H. Alcohol taste thresholds and concentrations of solution preferred by rats. *Science*, 1940, 91, 507-508.

(1973年6月1日原稿受付)

Abstract

An Analysis of Alcohol Preference in Rats with Alcohol vs. Alcohol Two-Bottle Method

MOTOMICHI KAGAWA

Chukyo University

The purpose of this study is to investigate the alcohol preference in rats and to determine the utility of a new method; Alc-Alc two-bottle method.

Ss were 8 male albino rats 100 days old in Exp. I, and 11 male albino rats 75 days old in Exp. II. They were given access to 2 alcohol solutions of different

concentrations, and the amount of each fluid consumed during a period of 24 hours was recorded. In a session of 8 days, such procedure was repeated on alternate days to control the effects of position and bottle. On non-test days water was available in the 2 drinking spouts. This test was conducted over every combination of 2 in 4 concentrations: 3, 5, 7, and 9 (vol. %). Test sequences were as follows: 3-5, 5-7, 7-9, 3-7, 5-9, 3-9, in Exp. I; 3-9, 5-9, 3-7, 7-9, 5-7, 3-5, 3-9, 5-9, 3-7, in Exp. II.

The main results: i) 3 types of preference were observed in the range of 3% to 9%, the higher concentration preference, the lower concentration preference, and the middle concentration preference (See Fig.1, Fig.5 and Table 1). A greater difference in the concentration of a pair of the solutions tends to clearly reveal the type of preference (See Fig.2 and Fig. 4). ii) The lower concentration preference observed here was considered to be confounded with alcohol rejection (See Fig.3 and Fig.6). iii) All rats rejected alcohol in the first session, and some of them turned to select the higher concentrations after a few sessions (See Fig.4 and Fig.6). iv) The patterns of selection in every pair of solutions were transitional to each other in most rats (See Table 1).