



## アリの丁字形迷路上における歩行の左右への偏向性 (その一)

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 北海道学芸大学 公開日: 2012-11-07 キーワード: 作成者: 稲垣, 新 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.32150/00000192">https://doi.org/10.32150/00000192</a>

## アリの丁字形迷路上における歩行の左右への偏向性\* (その一)

稲 垣 新

北海道学藝大学釧路分校生物学研究室

INAGAKI-Sin ; La Déviation de la Marche à droite ou à gauche  
de la Fourmis sur le Té de Labyrinth.

## 緒 論

「生物に於ける左右の問題」は W. Ludwig の “Rechts-Links-Problem im Tierreich und beim Menschen 1932” に於いて集大成されているが、昆虫の歩行の偏向性に関しては、余りやられていないようである。脊椎動物では、左右不相称に発達する内臓器官がかなり多く、しかも左側のものが優勢であることは周知の処である。節足動物では、斯様な内臓器官は殆んど見られないが、幾つかの群の昆虫では、大顎の咬み合わせ方などを始めとして、左右不相称及び多数個体を通じての一方的偏向がかなり多く存在するのである。それ故、他の多くの昆虫多くの器官にあつても、形態学的には発見不可能な軽度の不相称が想定されてもよいように思える。そしてこれが何か行動に現れて来ることがあるのではないだろうか。このように考えつゝ、最も簡単な試験として、アリに丁字形迷路を歩かせて、左若しくは右を選ばせ、何れが多く出るかを調べてみたのである。

本論を進めるに先立ち、日頃形態学一般に関して懇切な御指導を賜わり、此の度は、貴重な文献を御貸し願つた東京文理科大学丘英通教授、動物心理学上の問題につき、有益な御意見を頂戴した日本女子大学丘直通教授、及び統計的处理に当つてはいろいろ御指導を忝うした北海道学藝大学奥野明教授に対して深甚なる感謝の意を表する次第である。

## 材料及び方法

材料としては、朽木中や濕土中に営巣する *Iasius niger* L. を用いた。何処にも比較的豊富であり、しか

\*本研究は筆者が、日本動物学会北海道支部第五回大会に講演せるものを一部修正したものである。

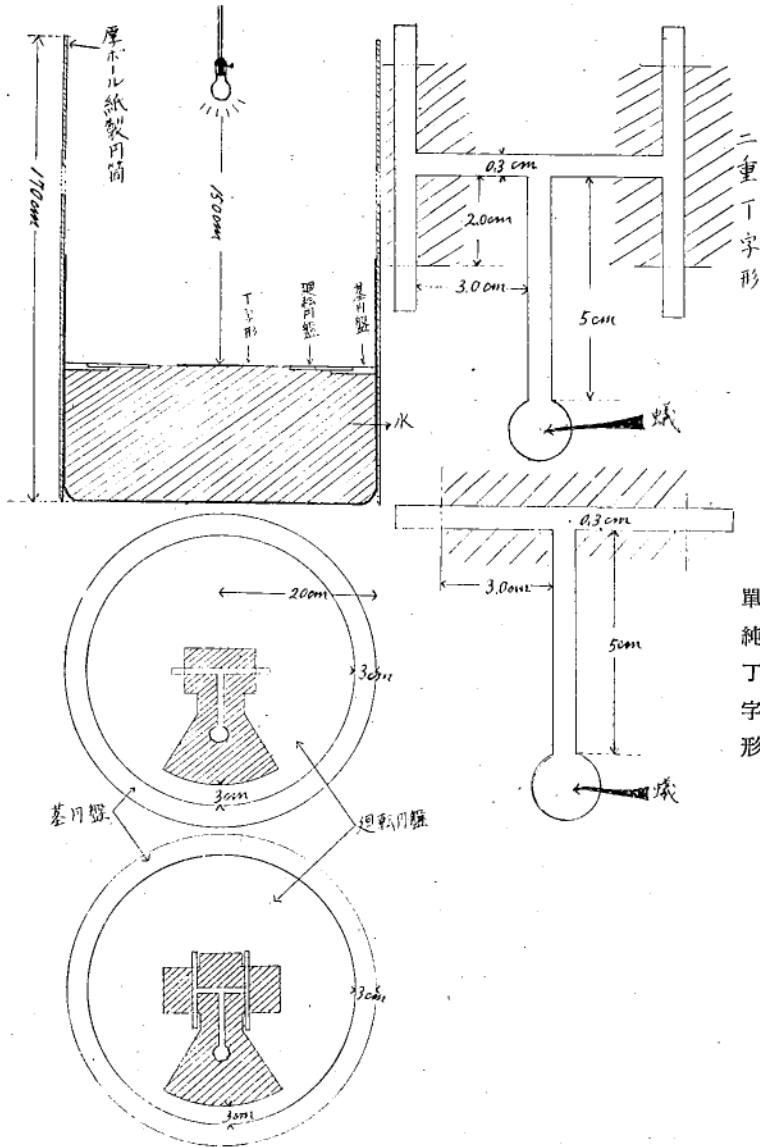
も行動が迅速で試験が短時間で済むからであつた。巢の内部及び周辺に働く個体と外部へ遠征するものとは、歩行の偏向性に関して、性質が異なることは予想していなかつたが、採集の便宜上、二区に分けて扱つた。内部及び周辺の個体は濕土や朽木と共に採集し、直ちに試験したのもあつたが、二三日放置後行つたものもある。外部の個体は、濕土や朽木を含めないで採集し、すべて1日以内に試験した。何れの区に於いても、元氣のよくないもの、傷ついたもの特に触角の片側を欠除したものは除外することとした。

次に試験装置であるが、図の如くロー紙を切つて作つた丁字形を水に浮かして、左右端のみで支える。支えの円盤は必要に応じて廻轉出来るようになっている。その廻轉中心を丁字形の分岐点に一致せしめ、電燈もこの分岐点の眞上に来るように吊るす。試験者の衣服その他周囲からの反射光が影響しないように、丁字形と円盤を浮かした水槽を紙製円筒でおおい、更にこれを暗室内に安置せしめる。

しかし光に関して左右の条件を絶對的に均等に配するのは困難なことであるから、これを補償する意味で次の操作を行ふのである。先ず標準に採つた角0で数個体行つた後、 $\pi$ だけ廻轉して、丁字形の左右が全く入れかわるようにする。そして前と同数の個体を試験するのである。両者は相加して検定に附されるわけで、この相対する角度において、同数行ふ原則は必ずしも守られなかつたが、その場合の扱いについては後述する。

第三に問題となるのは、前に試験した個体の体臭が丁字形に附着して、次の個体の歩行に影響を與えはしないかと云うことであるが、この点全く懸念に及ばない。丁字形は1個体毎に取りかえられた。勿論紙の両面を使用しても差しつかえはないはずである。

アリの丁字形迷路上における歩行の左右への偏向性(その一)



この場合次のことも配慮した積りである。丁字形を切る時、多くは左右何れかへ歪ませて了う恐れがあるから両面を交互に使つて補償させたわけである。これは結果をともしれば hyponormal<sup>1)</sup>に導くものであり、後述する幾分同質的な結果もこの操作に基くものかも知れない。尙丁字形は最初単純な形を用いたが、のち二重型を用いた。これについては結果の表に附記する。

最後に試験個体の扱いであるが、瓶に捕集したものをはい上がつて来た順に試験した。この際絶対に打撃を與えないようにして丁字形上にのせる。結果が明瞭な場合、1個体は1回限りの使用で打ち切つた。これは数回

くりかえすことによつて、学習の効果が現れることを考慮したためで、本研究は学習とか記憶などを試験するのではなく、「持ち前のくせ」のみを純粹にとらえることが目的だつたからである。不明瞭なものに対しては、何回かくりかえしたが、左右何れかは、現れる回数が多い方を探り、同数の場合は右往左往と裁定した。二重丁字を使用した場合、左から右又は右から左へと曲つたものは再度試験することとした。全く不明瞭なものは記録より除外してある。

試験結果

新 垣 稻

試験した巢の数は24、個体数は1000を越えるが、その中比較的正確なもののみを扱うこととする。

I 先ず内部及び周辺のもの巢5(回数10) 個体数 476 について述べる。

第一表にこれをまとめた。角は常に相対的に定められたもので、毎回基準の変わるものであることを承知されたい。尚右往左往の1個体は、左及び右に0.5個体づゝ出たものとして計算した。

第 一 表

試験回次	巢 番 号	試 験 角	左 曲 り の 個 体 数	右 曲 り の 個 体 数	計	備 考
I	No. 1	{ 0	9	6	15	單純丁字
		{ $\pi$	9	6	15	
II	"	{ 0	17.5	12.5	30	"
		{ $\pi$	19	21	40	
IV	No. 3	{ 0	13	7	20	"
		{ $\pi$	10	10	20	
		{ $\frac{2}{3}\pi$	11	9	20	
		{ $\frac{1}{3}\pi$	11	8	19	
VII	No. 6	{ 0	7	3	10	"
		{ $\pi$	9	1	10	
		{ $\frac{1}{2}\pi$	4	6	10	
		{ $\frac{3}{2}\pi$	4	6	10	
XII	No. 11	{ 0	21	19	40	"
		{ $\pi$	12	18	30	
XIII	"	{ 0	43	27	70	"
		{ $\pi$	30.5	15.5	46	
XIV	No. 12	{ 0	11.5	8.5	20	二重丁字
		{ $\pi$	9.5	5.5	15	
XV	"	{ 0	17	15	32	"
		{ $\pi$	15.5	14.5	30	
XVII	No. 13	{ 0	5	15	20	"
		{ $\pi$	10.5	9.5	20	
計			299	243	542	

次に1瓶に収めた個体を1時に最も多く試験した XIII について、左右の出る順序を示そう。第二表がそれである。

第 二 表

角	左	右	左往	右往	右	区分	角	左	右	左往	右往	右	区分	角	左	右	左往	右往	右	区分		
0					○	第五区分	0					○	棄却部分	0					○	第一区分		
"	○						"	○							"	○						
"	○						"	○							"	○						○
"	○						"	○							"	○						○
"	○						"	○							"	○						○
"						棄却部分	"						"									
"							"							"								
"							"							"								
"							"							"								
"							"							"								

アリの丁字形迷路上における歩行の左右への偏向性（その一）

角	左	右	区分	角	左	右	区分	角	左	右	区分	角	左	右	区分		
0	○		第一区分	0	○		第二区分	$\pi$		○	第三区分	0		○	第四区分		
"		○		"	○			"		○		"	○	"			○
"	○			"	○			"		○		"	○	"		○	
"		○		"	○			"		○		"	○	"		○	
"	○			"	○			"		○		"	○	"		○	
"		○		"	○			"		○		"	○	"		○	
"	○			"	○			"		○		"	○	"		○	
"		○		"	○			"		○		"	○	"		○	
"	○			"	○			"		○		"	○	"		○	
"		○		"	○			"		○		"	○	"		○	
"	○		第二区分	"	○		第三区分	"	○		第四区分	"		○	第五区分		
"		○		"	○			"		○		"		"		○	
"	○			"	○			"		○		"		"		○	
"		○		"	○			"		○		"		"		○	
"	○			"	○			"		○		"		"		○	
"		○		"	○			"		○		"		"		○	
"	○			"	○			"		○		"		"		○	
"		○		"	○			"		○		"		"		○	
"	○			"	○			"		○		"		"		○	
"		○		"	○			"		○		"		"		○	

2 外部へ遷移するものは、内部及び周辺のもの程多数は試験されなかつた。第三表にそれを示す。

第三表

試験回次	巢番号	試験の角	左曲りの 個体数	右曲りの 個体数	計
I'	No. 1'	{ 0 π	7 8	13 12	20 20
"	No. 11	π	5	15	20
II'	No. 1'	{ 0 π	6 7	4 3	10 10
III'	No. 1'	{ 0 π	5 4	5 6	10 10
IV'	No. 2'	{ 0 π	3 3.5	7 6.5	10 10
計			48.5	71.5	120

試験回次 I' 巢 No. 11 では、 $\pi$  に於いてのみ試験してあるが、No. 1' と比較して考えると、この場合角による差のないことがわかるので、そのまま検定に附することが出来ると思つている。

試験結果の検定

i: 形態上及び機能上の左優勢或るいは右優勢と云ふことは、生物全般に認められているわけではない。一般的には、次の考え方がむしろ支配的であると思ふ。

(i) 完全に左右相称の生物体は極めて稀であること

(ii) 左へ偏つたものと、右へ偏つたものが同数の母集団を想定するのが妥当であつて、何れか一方が多いことは偶然事以外には考えられないこと。

(iii) 一般に、生物母集団は左又は右への偏りについては、同質的であること。

命題 (i) は無條件に認めてよいと思ふ。検定に附すべきは命題 (ii) 及び命題 (iii) であるが、最初に命題 (iii) を巢の内部及び周辺の区について真であると仮定して命題 (ii) を検定し、のち命題 (iii) を検定することにする。

2 先ず内部及び周辺の区について検定する。ここで問題となるのは、相対する角で必ずしも同数だけ試験されていないことである。これを処理するに當つて次の二條を目標とした。

(i) 各試験回次に於いて、それぞれの相対する角で現れた左右の比をそのまま保存すること。

(ii) 各試験回次の総検定個体数を変えないこと。そこで下の操作を施す。

或る回次に於いて、

試験の角	左曲りの 個体数	右曲りの 個体数	計
0 (又は $1/2\pi$ )	$g_0$	$d_0$	$t_0$
$\pi$ (又は $3/2\pi$ )	$g_\pi$	$d_\pi$	$t_\pi$

としよう。

$$\frac{t_o + t_\pi}{2} = T$$

$$g_o \cdot \frac{T}{t_o} = G_o, \quad d_o \cdot \frac{T}{d_o} = D_o$$

$$g_\pi \cdot \frac{T}{t_\pi} = G_\pi, \quad d_\pi \cdot \frac{T}{d_\pi} = D_\pi$$

を計算する。

$G_o, G_\pi, D_o, D_\pi$  を、それぞれの角度に於ける、補正した左曲り及び右曲りの個体数として、作つたのが第四表である。

第四表

試験回次	巢番号	$G_o$	$G_\pi$	$G_o + G_\pi$	$D_o$	$D_\pi$	$D_o + D_\pi$	2T
I	No. 1.	9	9	18	6	6	12	30
II	"	20.4	16.6	37	14.6	18.4	33	70
IV	No. 3	13	10	23	7	10	17	40
"	"	11.3	10.7	22	8.2	8.8	17	39
VII	No. 6	7	9	16	3	1	4	20
"	"	4	4	8	6	6	12	20
XII	No. 11	18.4	15.2	33.6	16.6	19.8	36.4	70
XIII	"	35.6	38.5	74.1	22.4	19.5	41.9	116
XIV	No. 12	10.1	8.5	18.4	7.4	9.2	16.6	35
XV	"	16.4	16	32.4	14.6	15	29.6	62
XVII	No. 13	5	10.5	15.5	15	9.5	24.5	40
計				298			244	542

こゝに、われわれは観測値として

$$\Sigma (G_o + G_\pi) = 298$$

$$\Sigma (D_o + D_\pi) = 244$$

$$\Sigma 2T = 542$$

を得たわけである。

これによつて、命題 (ii) を Chi 自乗検定に附すると第五表の如くなる。但し  $f$  : 観測値  
 $F$  : 期待値 である。

第五表

	f	F	$\frac{(f - F)^2}{F}$
左曲りの個体の数	298	271	2.6900
右曲りの個体の数	244	271	2.6900
			5.3800

第六表

	f	F	$(f - F)^2$
左曲りの個体の数	48.5	60	2.2054
右曲りの個体の数	71.5	60	2.2054
			4.4108

こゝに Chi 自乗  $\chi^2 = 5.3800$  となり、自由度は  $2 - 1 = 1$  であるから、Fisher の表により、2.5% 以下の危険率で、命題 (ii) は棄ることが出来るわけである。

次に巢の外部に遠征する飼蟻について検定する。前項で行つた操作は先ず必要ないと思う。前項同様 Chi 自乗を計算すると第六表の如くなる。

$\chi^2 = 4.4108$  であるから、前と同様自由度を 1 として Fisher の表によると、危険率 5% 以下を以つて期待値と有意の差があることが云える。この場合前項と反対の方向即ち右曲りの傾向が強いことになる。

最後に命題 (iii) の検定であるが、これは次の二つに分けられる。

- (i) 各巢を単位とした場合、幾つかの巢を通じて、同質的であるか。
- (ii) 各巢の部分単位とした場合、各巢について同質的であるか。

- (i) の検定は又次の三つに分けられる。
  - ① 内部及び周辺より個体を採集した巢を通じて、
  - ② 外部より個体を採集した巢を通じて、
  - ③ 全部の巢を通じて。

先ず ① の検定を行う、第七表参照。  
 $\chi^2 = 4.1199$  で、自由度は  $6 - 2 = 4$  であるから、同質的でないと思ふことは 25% 以上の危険率を犯さなければならず、命題 (iii) を否定する根拠は極めて薄弱である。

② の検定は  $N_o 2'$  及び  $N_o 11$  の巢の個体数が小であるため行い難い。

アリの丁字形迷路上における歩行の左右への偏向性(その一)

第七表

巣番号	f	F	$\frac{(f-F)^2}{F}$
No. 1	55	55	0.0000
No. 3	45	43.4	0.0581
No. 6	24	22	1.8181
No. 11	107.7	102.3	0.2850
No. 12	50.8	53.3	0.1173
No. 13	15.5	22	1.9205
計	298	298	4.1199

③ の検定を第八表に示す。

第八表

巣番号	f	F	$\frac{(f-F)^2}{F}$
No. 1	55	52.3	0.0878
No. 3	45	41.3	0.3315
No. 6	24	20.9	0.4598
No. 11	112.7	107.9	2.5746
No. 12	50.8	50.8	0.0000
No. 13	15.5	20.9	1.3952
No. 1'	37	41.9	0.5730
No. 2'	6.5	10.5	2.4615
計	346.5	346.5	7.8834

$\chi^2 = 7.8834$  自由度は  $7-2=5$  であるから危険率は 25%以下しか採れないから、同質的でないと考える根拠は薄弱と云わねばならない。

(ii) の検定が出来る巢は、個体数の関係で、No. 11 の XIII 以外にはない。この場合  $\phi, \pi$  同数採るため、第二表で示したように、24個体を切り捨て、他を5つに区分する。そして第九表の如く検定するのである。

第九表

区分	f	F	$\frac{(f-F)^2}{F}$
第一区分	12.5	12.9	0.0124
第二区分	14	12.9	0.0938
第三区分	10	12.9	0.6504
第四区分	14	12.9	0.0938
第五区分	9	7.74	0.1217
計	59.5	59.5	0.9721

$\chi^2 = 0.9721$  自由度は  $5-2=3$  であるから、採りうる危険率は 80%以上 90%以下となる。同質的でないと言ふことは全く断言出来ない。尙計算は掲げないが、この母集団は、左が多いことを 1%以下の危険率をもつて云

いうことを附言しておく。

結 論

i 検定の結果をまとめると次の如くなる。  
巢の内外にある群が、左又は右への偏向に関して、それぞれ同質的であるとすれば、次の二條が認められる。

(i) 巢の内部及び周辺の働蟻は左曲りの傾向のあることが、2.5%以下の危険率を以つて云いうる。

(ii) 巢の外部へ遠征する個体については、右曲りの傾向のあることが5%以下の危険率を以つて云いうる。然るに

(iii) 左又は右への偏向に関して、全巢を通じて、及び各巢について、同質的でないとは、積極的には云えないこと。

2 問題は命題 (iii) を真であるとして、命題 (ii) の検定を行つたことにある。若し異質的な母集団を仮定すればどう云うことになるであろうか。先ず適当な方法で同質的な母集団に層別する。この場合、巢の内部及び周辺であつたらば左、外部であつたらば右への偏向が有意に認められる同質的な母集団が必ず存在するはずである。何れにせよ命題 (ii) は否定されなければならない。これが本研究の結論である。

私には、巢の各部分が異質的であるような気がする。そしてこれが働蟻の命に關係しているのではないかと考えている。しかしこれは全く憶測の範圍を脱していない。更には諸形態との相関、他の種、他の属などにおける相違と、問題は尙も広漠たる領域に拡がって行くことと思われる。それ等は次の機会にゆずることとする。

(1) hyponormal 確率論の用語で「弱気で正規」とか「過小正規」と云つた訳語がある。ここでは「左右が交互すること」が正常以上になることを云う。くわしくは、マルセル・ボル著彌永昌吉、矢野健太郎訳「万能数値表」(白水社刊)、同著清水達雄訳「偶然を利用する」(文庫7・セジユ白水社刊)参照。

Résumé

1. Le but de cette étude est de rechercher l'asymétrie du comportement et de la disposition des organes d'une espèce de fourmis *Lasius niger* Linné comme "Rechts-Links-Problem" de W. Ludwig.

2. Nous avons expérimenté la déviation de la marche à droite ou à gauche comme une de cette sorte d'asymétries, par l'appareil que la figure montre, avec tous les soins de la lumière, de l'odeur

et des autres conditions.

3. Quand nous vérifions les résultats précisés seuls par le test de Chi-carré, on permet de dégager deux propositions.

Si nous supposons que toutes les parties intérieurs et environnants d'une colonie ou tous les individus qui sortent de celle-ci et toutes les colonies expérimentées, soient homogènes à propos de la déviation à droite ou à gauche,

(i) on peut dire avec moins de 2.5% de niveau de signifiante que les ouvrières à l'intérieur et aux environs ont la tendance à tourner à gauche ;  
(ii) et, avec moins de 5% de niveau de signifiante, que les individus qui sortent à l'extérieur de leur nid ont la tendance à tourner à droite.

4. Cependant nous avons su après la deuxième vérification que cette supposition de l'homogénéité ne peuvent pas positivement être affirmée.

5. Bien qu'il y ait hétérogénéité dans une partie, il nous faut penser, après la stratification de cette partie hétérogène à quelques parties homogènes, pour conclusion que l'on puisse permettre en chacune la tendance de la déviation à une seule direction, gauche ou droite.

#### 参 考 文 献

- Ludwig, W. 1932. Rechts-Links-Problem im Tierreich und beim Menschen.  
Chauvan, R. 1950. Physiologie des Insectes