

生き物の体重は長さの 3 乗に比例するか

相似則では、表面積は長さの 2 乗に、体積は長さの 3 乗に比例するとしていますが、このことは生き物達にも当てはまるのでしょうか。

体積に質量密度を掛ければ体重になります。生き物の質量密度はほぼ $1\text{g}/\text{cm}^3$ と考えて、以下では体長と体重との間にどんな関係があるかを調べてみましょう。

動物の体長と体重については、インターネットに公開されている各都市にある動物園のホームページのデータから、昆虫に関しては、NHK人間講座「虫たちの地球」：海野和男氏が作成した昆虫達の体長と体重のデータを借用して、これらをまとめてグラフに表示してみました。

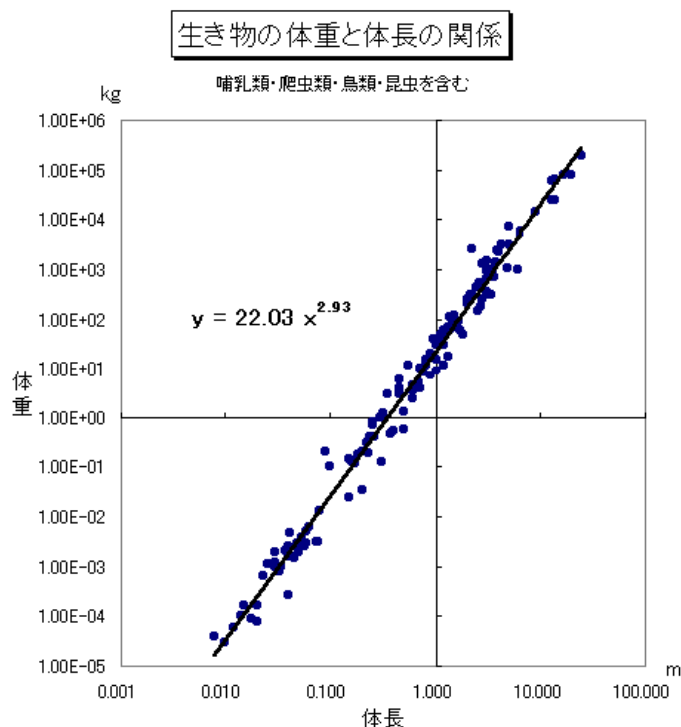


図1 生き物の体長と体重との関係

図1は哺乳類、爬虫類、鳥類、昆虫の体長と体重の関係を *Excel* を使って同じ両対数グラフにプロットしたものです。図中に、数式が記入されていますが、これがデータの *Excel* の近似曲線を表わします。 x の累乗の 2.93 は 3 に対して約 2% 程度の誤差ですから、 x の累乗は 3 と考えても良いでしょう。

そうすると、体重 y を、体長 x で表せば

$$y = 22.03x^3$$

となり、生き物の体重は体長の3乗にほぼ比例するということが判ります。

人間でも同じように、大きい人や小さい人、やせた人や太った人など散らばりも大きく、まとめるのが大変ですが、ここではほぼ平均値と思われるデータを使用しました。使用したデータは140個ですが、データによっては多少グラフの勾配(図では2.93)が変わる可能性もありますが、 x の累乗は、ほぼ3の近辺にあると考えてよいでしょう。

大雑把な生き物の挙動を類推する場合、「体積(すなわち体重)は長さの3乗に比例する」と考えることによって、問題を非常に簡単に扱うことが出来るので、この考えはとても魅力的です。ただ、大きな問題が一つだけあります。それは、体長といっても、生き物の寸法の中でもっとも長い部分を代表して取り上げているので、体長の3乗が必ずしも動物の大きさを表していないということです。

「生き物達にも体積(体重)は、長さの3乗に比例する」ということがデータ解析によって判ればよいのですが、

$$\frac{l}{l_n} = \sqrt[3]{\frac{W}{W_n}}$$

の式は必ずしも成り立たないというのは残念です。

なお、表1はグラフ作成に用いた生データです。

No.	動物名	体長 (m)	体重 (kg)	類	備 考
1	シロナガスジラ	25.00	190000	哺乳	
2	ナガスジラ	20.00	80000	哺乳	
3	セミクジラ	17.00	80000	哺乳	
4	ザトウクジラ	14.00	65000	哺乳	
5	マッコウクジラ	13.00	60000	哺乳	
6	イワシクジラ	14.00	25000	哺乳	
7	ニタリクジラ	13.00	25000	哺乳	
8	ミンククジラ	9.00	14000	哺乳	
9	アフリカゾウ	5.00	7000	哺乳	

10	シャチ	6.50	6000	哺乳
11	インドゾウ	6.40	5000	哺乳
12	カバ	5.00	3200	哺乳
13	フタコブラクダ	4.20	3200	哺乳
14	トド	2.20	2600	哺乳
15	ヒトコブラクダ	3.80	2500	哺乳
16	シロサイ	4.00	2300	哺乳
17	カバ	3.00	1500	哺乳
18	クロサイ	3.75	1400	哺乳
19	シロサイ	3.70	1400	哺乳
20	ラクダ	2.80	1350	哺乳
21	キリン	4.80	1100	哺乳
22	アメリカハイソウ	3.00	1000	哺乳
23	イリエワニ	3.50	1000	爬虫
24	シマウマ	6.00	1000	哺乳
25	クロサイ	3.00	900	哺乳
26	アフリカスイギュウ	3.40	870	哺乳
27	キリン	3.60	700	哺乳
28	ゴリラ	3.00	680	哺乳
29	ホッキョクグマ	2.60	530	哺乳
30	アフリカスイギュウ	2.40	425	哺乳
31	バンドウイルカ	3.00	350	哺乳
32	オカピ	2.10	300	哺乳
33	トナカイ	2.20	300	哺乳
34	トラ	3.30	300	哺乳
35	ヒグマ	3.00	300	哺乳
36	ヒューマ	2.00	250	哺乳
37	ラマ	2.80	250	哺乳
38	ライオン	2.00	200	哺乳

39	トラ	2.70	180	哺乳
40	ダチョウ	2.50	150	鳥
41	ライオン	1.50	120	哺乳
42	イボイノシシ	1.35	110	哺乳
43	アカカンガルー	1.50	100	哺乳
44	オオカミ	1.65	90	哺乳
45	ブチハイエナ	1.50	86	哺乳
46	カモシカ	1.50	80	哺乳
47	ツキノワグマ	1.45	80	哺乳
48	ヒクイトリ	1.60	80	鳥
49	チーター	1.30	68	哺乳
50	オオアリクイ	1.40	65	哺乳
51	マレーグマ	1.40	65	哺乳
52	ツキノワグマ	1.20	60	哺乳
53	人	1.70	60	哺乳
54	イボイノシシ	1.10	50	哺乳
55	エミュー	1.80	50	鳥
56	コウテイペンギン	1.20	45	鳥
57	ブチハイエナ	0.95	40	哺乳
58	ニホンザル	1.05	35	哺乳
59	カワウソ	1.20	30	哺乳
60	コヨーテ	1.00	30	哺乳
61	トムソンガゼル	1.10	30	哺乳
62	ビーバー	1.10	30	哺乳
63	マレーグマ	1.00	30	哺乳
64	トムソンガゼル	0.90	20	哺乳
65	ハゲワシ	1.30	17	鳥
66	アルマジロ	1.00	15	哺乳
67	キツネ	0.80	15	哺乳
68	コアラ	0.80	12	哺乳

69	タスマニアデビ ル	0.54	12	哺乳
70	コンドル	1.20	12	鳥
71	タヌキ	0.70	10	哺乳
72	オオワシ	1.00	9	鳥
73	ペンギン	0.75	8.5	鳥
74	アホウドリ	0.90	7.0	鳥
75	プレーリードッ グ	0.45	6.0	哺乳
76	リスザル	0.68	5.0	哺乳
77	アナウサギ	0.63	4.5	哺乳
78	モルモット	0.60	4.5	哺乳
79	インドオオリス	0.66	4.1	哺乳
80	トビウサギ	0.45	4.0	哺乳
81	フンボルトペン ギン	0.68	4.0	鳥
82	マゼランペンギ ン	0.70	4.0	鳥
83	イワトビペンギ ン	0.60	3.5	鳥
84	オブネズミ	0.45	3.0	哺乳
85	トビウサギ	0.35	3.0	哺乳
86	カモノハシ	0.60	2.4	哺乳
87	ハヤブサ	0.50	1.3	鳥
88	ラット	0.32	1.2	哺乳
89	キツネザル	0.30	1.0	哺乳
90	ハムスター	0.25	0.8	哺乳
91	モルモット	0.25	0.7	哺乳
92	カラス	0.50	0.56	鳥
93	ハト	0.40	0.55	鳥
94	ライチョウ	0.37	0.45	鳥
95	トブネズミ	0.26	0.40	哺乳

96	ナキウサギ	0.24	0.40	哺乳	
97	ニホンリス	0.22	0.31	哺乳	
98	クマネズミ	0.20	0.20	哺乳	
99	ハツカネズミ	0.09	0.20	哺乳	
100	コモンツパイ	0.23	0.19	哺乳	
101	コウベモグラ	0.19	0.175	哺乳	
102	メガネザル	0.15	0.150	哺乳	
103	アスマモグラ	0.16	0.127	哺乳	
104	オカメインコ	0.31	0.125	鳥	
105	シマリス	0.17	0.120	哺乳	
106	アフリカコビトリス	0.10	0.100	哺乳	
107	セキセイインコ	0.20	0.035	鳥	
108	スズメ	0.15	0.025	鳥	
109	トガリネズミ	0.078	0.01350	哺乳	
110	カブトムシ♂	0.063	0.00603	昆虫	←①
111	ヒメカガリネズミ	0.058	0.00500	哺乳	
112	カブトムシ♀	0.041	0.00490	昆虫	①と②の間あたりが
113	トノサマハッタ♀	0.053	0.00397	昆虫	昆虫と哺乳動物のボーダーラインです。以下の2つのコーナーと見比べてください。
114	オオカマキリ	0.074	0.00322	昆虫	
115	ショウリョウハッタ♀	0.075	0.00315	昆虫	「温血動物は昆虫のように小さくなるか」
116	トガリネズミ	0.048	0.00300	哺乳	
117	ミヤマクワガタ♂	0.058	0.00288	昆虫	「カブトムシはもっと大きくなれないか」
118	ノキリクワガタ♂	0.057	0.00263	昆虫	
119	コビトジャコウネ	0.040	0.00250	哺乳	

	ズミ				
120	ミヤマクワガタ ♀	0.038	0.00202	昆虫	
121	キティブタバナ コウモリ	0.030	0.00200	哺乳	
122	ハチトリ	0.050	0.00200	鳥	
123	オオスズメバチ	0.040	0.00162	昆虫	
124	トノサマハツタ ♂	0.043	0.00158	昆虫	
125	チビトカリネス ミ	0.045	0.00150	哺乳	←②
126	ノキリクワガタ ♀	0.030	0.00122	昆虫	
127	ヒグラシ♀	0.025	0.00116	昆虫	
128	ヒグラシ♂	0.034	0.00097	昆虫	
129	アオカナブン	0.030	0.00096	昆虫	
130	イナゴ♀	0.033	0.00082	昆虫	
131	エンマコウロキ ♂	0.023	0.00066	昆虫	
132	アキアカネ♀	0.040	0.00027	昆虫	
133	ハナアブ♀	0.015	0.00017	昆虫	
134	キタテハ	0.020	0.00016	昆虫	
135	ミツバチ	0.014	0.00010	昆虫	
136	モンキチョウ	0.018	0.00009	昆	

表中「哺乳」は哺乳類
「鳥」は生類
を表します。

				虫
137	モンシロチョウ	0.020	0.00008	昆虫
138	エサキモンキツカ メムシ	0.012	0.00006	昆虫
139	ナナホシテントウ	0.008	0.00004	昆虫
140	クロオオアリ	0.010	0.00003	昆虫

生データを見ると、カブトムシ(No.110)とノコギリクワガタ(No.126)の間に小型のネズミや小型のコウモリがいるのは温血動物は昆虫のように小さくなれるかとも関連して興味深いですね。
