

# Abuse of Ecological Pyramids in School Texts

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/47014">http://hdl.handle.net/2297/47014</a>

# 中学理科教科書で多用される生態ピラミッドについて

川幡 佳一

## Abuse of Ecological Pyramids in School Texts

Keiichi KAWABATA

はじめに

生態学を少しでも学んだ者なら、中学理科教科書に必ず（そして執拗に）使用されている生態ピラミッドに違和感を持つことであろう。生態ピラミッドはまさに過去の遺物であり、『生態学事典』（日本生態学会, 2003）の項目にも挙げられていない。「エルトン」の項で数のピラミッドに、「生物体量」の項で生物体量のピラミッドに、それぞれ軽く言及しているのみである。本稿では、ピラミッドをことさらに学校教科書で取り上げることの不適切さを、その歴史を紐解きながら考察する。生態ピラミッドを正面から扱った文献は当然存在しないので、本稿では間接的に ecosystem 概念の変遷を論じた Acot(2008) を糸口にその履歴を辿ることにする。

まず Acot(2008) の本題である ecosystem の系譜を簡単に紹介する。Tansley(1935) が戦間期という時代の中で anti-holism の意を込めた造語である ecosystem は、ただちには注目されなかった。その後 Lindeman(1942) による物質レベルの再定義によって定着し、さらに Odum(1971) によって普及したその用法はむしろ holistic に反転したという皮肉な歴史である。そして生態ピラミッドは、食物連鎖をたどる過程で個体数・生物量・エネルギー等が失われる傾向の「たとえ」として使われてきた。再び Acot(2008) によれば、ecosystem 前史において Semper(1881) が食物連鎖における伝達効率に言及し、Elton(1927) が pyramid の「たとえ」を提唱した。Lindeman(1942) は物質レベルにおける生態効率についての説明の導入部分

で Elton(1927) を引用し、これに Odum(1971) が続く。なお、広義の「生態的効率」とは、食物連鎖上の異なる 2 点における物質やエネルギー流量の比率である（日本生態学会, 2003）。

Darwin

食物連鎖については、Linnaeus をはじめとする博物学者も語っているが、生態学における扱いは Darwin に始まると言わなければならない。Darwin(1859) の第三章は、natural selection の主要な過程である struggle for existence を論じている。以下は、その具体的なあり方としての web of complex relations の一例である：

pp. 73-74: I am tempted to give one more instance showing how plants and animals, most remote in the scale of nature, are bound together by a web of complex relations. ... The number of humble-bees in any district depends in a great degree on the number of field-mice, which destroy their combs and nests. ... Now the number of mice is largely dependent, as every one knows, on the number of cats. ... Hence it is quite credible that the presence of a feline animal in large numbers in a district might determine, through the intervention first of mice and then of bees, the frequency of certain flowers in that district!

このような食物関係が生態ピラミッドの前提となるのであるが、その内容は「風が吹けば桶屋が儲かる」式の定性的なお話であり、未だ博物学時代と大差ないものであった。

## Semper

次に取り上げる Karl Semper と言えば、Ökologie の名付け親 Ernst Haeckel の数ある論敵の一人であるが、Darwin を支持する立場に変わりはない (Di Gregorio, 2005)。Semper (1881) はまさに、Darwin(1859) の struggle for existence を敷衍しようとした著作であり、その第二章 Food and its influence は、上に引用した食物関係についての考察を直接引き継ぐものである：

p. 52: The flesh-eaters would only obtain food from the soil indirectly through the plant-eaters. Now the transmutation of the nutriment derived from the plants into the flesh of the plant-eaters is inseparable from a certain loss in the whole mass, since the oxidation of a certain amount of the organic constituents is necessary for the production of animal heat and for the movement and due use of all the functions of the body. Now we will assume - quite arbitrarily - that the proportion of the whole mass of plants produced by the soil is to the animals which can subsist on them - converting them into animal tissue - as ten to one; then, in the area we have assumed, only 100 units of feeders - individual Herbivorous animals - can live on 1,000 units of plant food. The maximum of nourishment, then, which exists for monophagous carnivorous animals, can amount only to 100 units. In the transmutation of these 100 units of food in the organs of the Carnivora a considerable loss will be incurred; the organic matter will be consumed, the indigestible portions, as hairs, hoofs, and horns, will be ejected, and if the proportions were such that ten units of animal food could suffice only for one unitdel of the animal body, the maximum of food as supplied by 100 herbivorous animals would

enable 10 carnivora at most to exist.

以上のように、迂遠な表現ではあるものの、物質レベルの生態効率を定量的に扱った嚙矢とも言えよう。しかし、ピラミッドの明示的な「たとえ」は Elton(1927) を待たなければならない。

## Elton

“Ecology is a new name for a very old subject. It simply means scientific natural history.” の名言で始まる近代生態学宣言の書たる Elton(1927) の第五章において、食物関係の4原則「食物連鎖、餌サイズ、ニッチ、個体数ピラミッド」が挙げられている。以下がピラミッドについての記述である：

pp. 69-70: This arrangement of numbers in the community, the relative decrease in numbers at each stage in a food-chain, is characteristically found in animal communities all over the world, and to it we have applied the term “pyramid of numbers.” It results, as we have seen, from the two facts (a) that smaller animals are preyed upon usually by larger animals, and (b) that small animals can increase faster than large ones, and so are able to support the latter.

小型で多数の被食者が大型で少数の捕食者を養っているという論理であり、食物連鎖に沿う個体数通減に関する考察には生態効率の発想はない。その意味では、Semper(1881) より後退している観がある。ピラミッドはあくまでも言葉のうえでの「たとえ」であって、図像化されてはいない。

## Lindeman

次に Lindeman(1942) は、個体数ピラミッドを生物量のそれに転換する：

p. 408: The resulting arrangement of sizes and numbers of animals, termed the pyramid of Numbers by Elton, is now commonly known as the Eltonian Pyramid. ... The

Eltonian Pyramid may also be expressed in terms of biomass. The weight of all predators must always be much lower than that of all food animals, and the total weight of the latter much lower than the plant production. ここで初めて図像化された個体数ピラミッドは、縦軸に体長階級を取るもので、横幅については個体数がほぼ半減していくために画鋲を逆さにしたようなフォルムとなっている。これに対して生物量ピラミッドの図は示さず、その代わりに草食の中国人が肉食の英国人より多いというトンデモ論が飛び出す。以降の議論はもっぱら食物連鎖に沿う生産速度の遞減に関する議論に充てられる。すなわち、生物量ピラミッドの「たとえ」は、もはや生態効率論のマクラでしかないのだ。これに続く Odum(1971) はピラミッドを図像化するものの、その横軸は定量的ではなく、戯画的ピラミッドと化している。ちなみに、各段階の効率を1割と仮定した場合、ピラミッドのフォルムは尖った画鋲にしかならない。学校教科書の呑気なピラミッドは、まさにマンガに過ぎないのである。

おわりに

生態学を講義したことがある者なら、教材選別に苦労した経験があるだろう。具体例を使わないと話にならないが、個々の事例を掘り下げ過ぎると普遍化が疎かになる。学校教科書が生態ピラミッドに安易に頼る背景には、そのような悩みが隠されているのだろう。とはいえ本稿で明らかにしたように、ピラミッドは適切な生態教材ではない。ここにはそもそもお宝が埋められたことがないのだ。「ピラミッド型生物界」を捏造して格差社会を正当化したいのだろうか。

さらに困ったことに、学校教科書は捕食者-被食者動態の説明に、次々と変形するピラミッド(変形するともはやピラミッド型ですらないのだが)の輪廻図を使っている。生態効率とピラミッドはともに定常状態を仮定した食物関係を共時的に捉えたものであり、これを転用して

群集の動態を通時的に扱うのは反則である。個体群や群集の動態は、時間を横軸に取ったグラフで表現しなければならない。特にピラミッドの輪廻図は、変化する群集が必ず復元するという願望 (balance of nature!) の化身であり、古代エジプト文明とインド宗教の禁じられた混淆である。より適切な食物関係の教材開発が望まれる。

#### 参考文献

- Acot, P. 2008. Ecosystems. in Bowler, P. J. & Pickstone, J. V. eds. *The Cambridge History of Science*. Vol. 6, pp. 451-466. Cambridge University Press, Cambridge.
- Darwin, C. R. 1859. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. John Murray, London.
- Di Gregorio, M. A. 2005. *From Here to Eternity: Ernst Haeckel and Scientific Faith*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- Elton, C. 1927. *Animal Ecology*. Sidgwick & Jackson, London.
- Lindeman, R. L. 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology* 23, 399-418.
- 日本生態学会 2003. *生態学事典*. 共立出版, 東京.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*, 3rd ed. Saunders, Philadelphia.
- Semper, K. 1881. *Animal life as affected by the natural conditions of existence*. Appleton, New York.
- Tansley, A. G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16, 284-307.