

白尻水産実験所 オンデマンド実習

◇二限目

生息地による魚類群集の違いを調べる、生物多様性の実習です!

下記の文章を読んだのち、ゲームの釣果を用いて次の3つの課題を解いてみましょう。

課題1) それぞれの Simpson の多様度指数 D を求めてみましょう。

課題2) ゲームでは、3地点で釣りをしたので、各地点同士の出現種の類似度 S を求め、下記のような対応表を作成してみましょう。どことどこが類似し、どことどこが大きく異なるかを調べてみましょう。

	岩場	砂地	藻場
岩場			
砂地			
藻場			

課題3) 森下の類似度指数を求め、課題2のような対応表を作成してみましょう。

「岩場」、「藻場」、「砂地」の環境が異なる3つの釣り場で釣りをしました。エゾメバルをはじめとてたくさんの生き物が生息していることが実感できましたと思います。実際の釣りとは異なり、ゲームの釣果は食べられませんので、体の一部として代謝することは出来ません。しかし、ゲームの釣果を生態学のデータとみなして学ぶことで、脳を鍛え「学」を身につけることが出来ます。そこで、このセクションでは、生態学の基本のひとつである、環境とそこに生息する生物に関する評価方法として、種多様度と類似度を学習しましょう。

このセクションでは、「釣り」というひとつのデータ取得方法でカバーされる魚類プールの多様性を調べます。なお群集における生物多様性やあるいは個体群生態学で学ぶ指標が出てきますが、魚類群集全体を議論するものではないので群集生態学と少し異なる部分もでてきます。

多様度には、どれだけの種数の生物が生息しているかという単純な種の豊かさで説明されますが、それだと少数の種が優占的に多数の個体数で占めている生息地と、多くの種が混じり合って生息している生息地とで、各種の生息状況の違いが見えてきません。そこで、「種数」と「個体数」をともに考慮した指

数が必要になってきます。これが多様度指数と呼ばれるものです。このための指数は視点によって、たとえばある生息地における種の多様性に注目する場合、あるいは各種の割合にも注目した生息地間の類似性などがあります。さらに最近では「分類学的な広範囲」を加味した指標が使われることもあります。

まずは、今回得られたデータから、生物多様性に関する話題でよく使われる Simpson の多様度指数 D を求めてみましょう。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

S は群集に含まれる種の数。 p は種 i の個体数が、群集の全個体数に占める割合です。

この指数は“釣られたすべての個体の中から、ランダムに選んだ 2 つの個体が違う種である確率”を意味します。多様性が低いほど 0 に近い値をとり、高いほど 1 に近づきます。たとえば 1 つの種しかいないという単調な環境では $D=0$ です。

では、各釣り場で採集したデータを当てはめて比較しますが、その前に例題を以下に示します。

岩場			砂地		
魚種	釣果 (匹数)	P _i ² 値	魚種	釣果 (匹数)	P _i ² 値
エゾメバル	20	0.444	エゾメバル	10	0.111
アイナメ	3	0.010	アイナメ	10	0.111
スズメダイ	6	0.040	スズメダイ	10	0.111
ミズダコ	1	0.001	ミズダコ	0	0.000
合計	30	0.496	合計	30	0.333

$$D = 1 - 0.496 = 0.504$$

$$D = 1 - 0.333 = 0.667$$

釣れた種数は少ないけど砂地の方が多様性指数は高いことが分かる。

次に、3つの生息地で出現種と多様度の比較をして、この3地点に生息する魚類がどれだけ異なるかを調べてみましょう。まず2地点間で出現した種の類似度を調べてみましょう。

これは、出現種の類似度 S として以下の式で表されます。

$$S = 2C_{AB} / (H_A + H_B)$$

C は生息地 A と B の両方で出現した種数、 H はそれぞれの生息地で出現した種数です。0 から 1 の間の値をとり、1 に近いほど同じ種が分布していたこ

となり、0に近いほど共通した分布する種が少ないことを表します。では、先ほどの例題でSを計算してみましょう。

岩場では、エゾメバル、アイナメ、スズメダイ、ミズダコの4種 H_A 、一方砂地では、ミズダコを除く3種 H_B でした。共通種もその3種 C_{AB} です。従って、 $S=6/7=0.857$ となります。

次に各種が占める割合を考慮した比較をしてみます。この場合、森下の類似度指数 $C\lambda$ を求めるのがよいでしょう。この指数は以下の式で現れます。

$$C\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^{\infty} n_{Ai} n_{Bi}}{(\lambda_A + \lambda_B) N_A N_B}$$

ここで λ_A は生息地 A におけるシンプソンの多様度指数のシグマの部分です。N は、各生息地から採集した合計の個体数。n は各生息地の各種の個体数です。この指数も0から1の間の値をとり、1であればまったく同じ種が分布していたことになり、0に近いほど共通した分布する種が少ないことを表します。得られたデータで調べる前に、先ほどの例題で調べてみましょう。

岩場			砂地		
魚種	釣果	P_i^2 値	魚種	釣果	P_i^2 値
エゾメバル	20	0.444	エゾメバル	10	0.111

アイナメ	3	0.010	アイナメ	10	0.111
スズメダイ	6	0.040	スズメダイ	10	0.111
ミズダコ	1	0.001	ミズダコ	0	0.000
		0.000			0.000
		0.000			0.000
		0.000			0.000
合計	30	0.496	合計	30	0.333

$$D = 0.504$$

$$D = 0.667$$

$$\lambda = 0.496$$

$$\lambda = 0.333$$

$$N = 30$$

$$N = 30$$

$$n = \text{釣果}$$

$$n = \text{釣果}$$

$$C\lambda = 0.77748$$

ここでも現種の類似度 S のときと同様にして、対応表を作成してみましょう。

まとめ

「類似度」と「多様度」と似たような用語ですが、微妙に違いましたね。遺伝子で2つの集団構造を比較する人に勉強してもらいたいことですが、集団間の類似性を調べるために、対立遺伝子頻度やハプロタイプ頻度を見ます。これにより集団を構成するタイプが比較され、さらに集団の類似性がどれだけ違うかをみるのに塩基多様度を用います。原理は共通しているようですね。