

Age-Length Key勉強会

ALKの理論とRパッケージ

漁業情報解析部 資源解析グループ

濱邊昂平

発表内容

- ALKについて
- ALKのサンプリングと原理
- ALKのRパッケージについて
 - ALKr
 - FSA
- 今日の発表内容は浜辺のGitHub上にアップしています。ご参考にしてください
- https://github.com/KoheiHAMABE/ALK_seminar

年齢組成を知る方法

- Length frequency analysis
混合正規分布を仮定して年齢構成を推定
- deterministic ALK
成長モデルに対応する体長級から年齢を推定
成長モデルの不確実性を考慮できない
- Age-Length Key (ALK) ←今日のテーマ

ALKについて

年齢と体長の関係表 ⇒ 年齢別漁獲尾数の推定に利用

あまり研究テーマとしての馴染みはない・・・

- Technical reportやgray paperレベルが多い
- 背景にある過程が十分でない
- 他の機関の範疇で行われる（沿資）
- 職人芸（隣接県のデータを借りるなど）（沿資）
- 浜辺の勝手な感覚

ALKの種類

- Forward ALK (浜辺)
体長から年齢を推測する方法
- Inverse ALK (真鍋)
年齢から体長を推測する方法
- Combined forward-inverse ALK (真鍋)
上2つの合わせ技。強そう。

各ALKの長短

- Forward ALK（浜辺）
 - +）推定精度は高い
 - ）データ収集方法に厳しい要件がある
- Inverse ALK（真鍋）
 - +）データ収集が容易（体長だけでよくなるから？）
 - ）精度が悪い??

ALKの原理 ～サンプリング

<https://images.app.goo.gl/3wXFMqXGLR1x1WB2A>

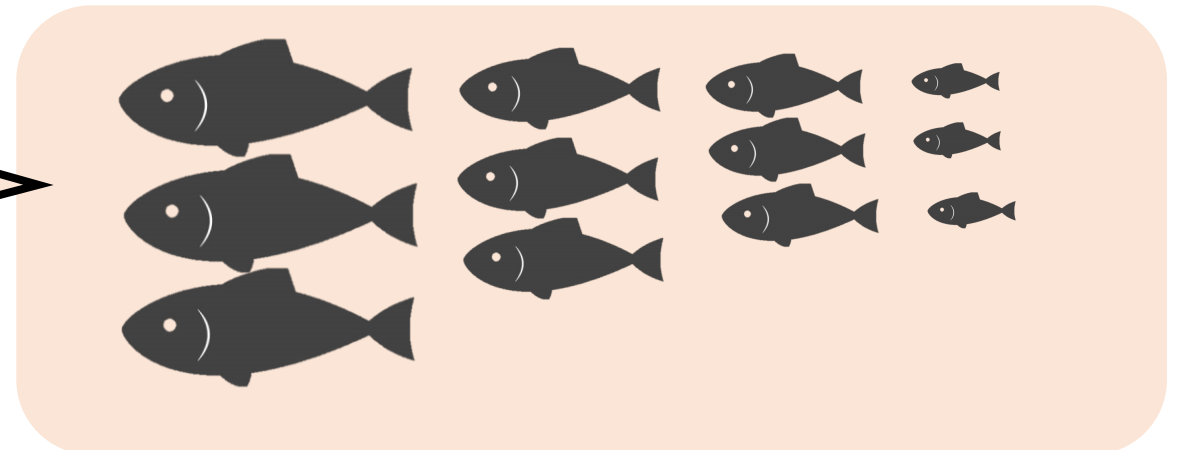
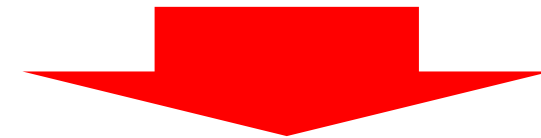
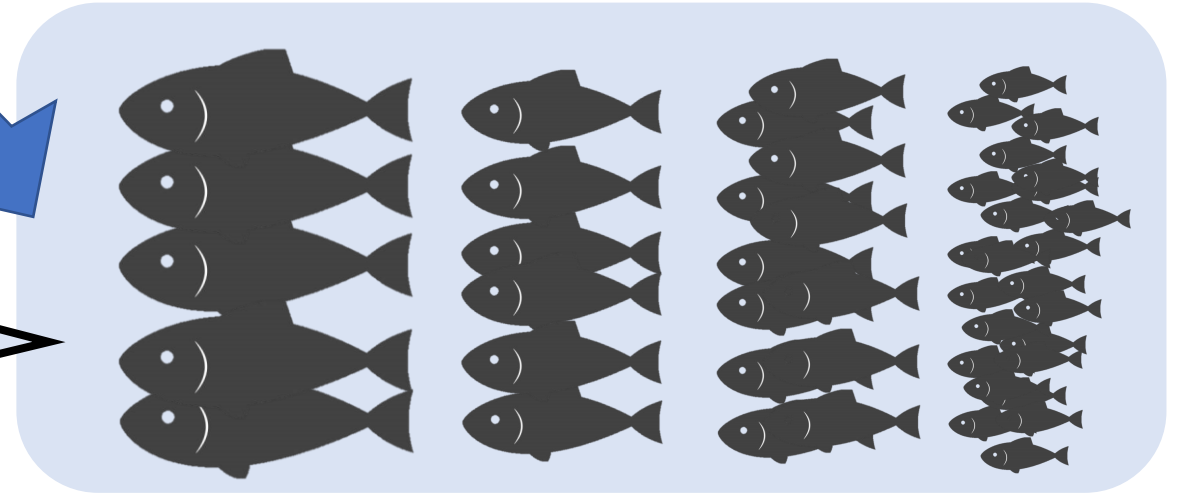


<https://images.app.goo.gl/3wXFMqXGLR1x1WB2A>

Length frequency サンプル
体長測定のみが行われる

Age-length サブサンプル
体長測定の他に、
年齢査定も行う

※間違っていたら教えてください！



ALKの原理

- Age-lengthサブサンプルから以下のような年齢と体長級の関係表が得られる

	0歳	1歳	・ ・	J歳
~70 (i=1)	$n_{1,0}$	$n_{1,1}$	・ ・	$n_{1,J}$
~80 (i=2)	$n_{2,0}$	$n_{2,1}$	・ ・	$n_{2,J}$
・ ・ ・				
~200 (i=I)	$n_{I,0}$	$n_{I,1}$	・ ・	$n_{I,J}$

	0歳	1歳	・ ・	J歳
~70 (i=1)	$p_{0 1}$	$p_{1 1}$	・ ・	$p_{J 1}$
~80 (i=2)	$p_{0 2}$	$p_{1 2}$	・ ・	$p_{J 2}$
・ ・ ・				
~200 (i=I)	$p_{0 I}$	$p_{1 I}$	・ ・	$p_{J I}$

ALK

ALKの原理

- Length frequencyサンプルからは体長階級の割合が出る

	尾数	割合
~70 (i=1)	x_1	l_1
~80 (i=2)	x_2	l_2
...		
~200 (i=I)	x_I	l_I

ALKの原理

- 体長階級の出現頻度 l_i と各年齢各体長階級の確率 $p_{j|i}$ をかけて、体長階級について足し合わせると、各年齢の確率が求まる

	尾数	割合		0歳	1歳	...	J歳
~7			$p_j = \sum_{i=1}^I p_{ij} = \sum_{i=1}^I l_i p_{j i}$ <p> p_j : 年齢jの割合 p_{ij} : 体長階級i, 年齢jの割合 l_i : サンプルが体長階級iに属する割合 $p_{j i}$: 体長階級i, 年齢jの割合 </p>				$p_{j 1}$
~8							$p_{j 2}$
~9							
~10							
~2							$p_{j I}$

ALKの原理の例

- 簡単な例

	尾数	割合
61~70	20	0.2
71~80	50	0.5
81~90	30	0.3

	0歳	1歳
61~70	5 (1)	0 (0)
71~80	5 (0.5)	5 (0.5)
81~90	1 (0.2)	4 (0.8)

- 0歳 : $0.2*1+0.5*0.5+0.3*0.2=0.51$
- 1歳 : $0.2*0+0.5*0.5+0.3*0.8=0.49$

Forward ALKのポイント

Length frequencyサンプルとAge-Lengthサンプルが同一の統計集団でないといけない

- ある年のforward keyは他の年には使えない
⇒ 卓越年級などで $p_{j|i}$ が年で大きく変動する
- ある海域のforward keyは他の海域では使えない
⇒ 海域間で齢構成が異なる場合
- 選択率の異なる漁具間でも共有化
⇒ length frequencyサンプルをそれぞれでとれば

ALKの問題点

- サブサンプル内の組成が変
- 年齢データが入手できない年がある
 - ⇒ 隣接年や隣接地域のデータを借りてくる
(原理的には本来ダメ！)

個人的関心

ALKの予測をモデルでできないかな？

- 環境変数や漁場の情報をうまく組み込めないか

ALK推定のできるRパッケージ

ALKr

- Forward ALKだけでなくInverse ALK、各人の手法などが関数一つで計算可能
- CRANから削除されていて、開発も7年前に止まっている

FSA

- Ogleが作った基本的な資源計算のパッケージ
- 作図関数なども付随
- 本も併せて発売されていて、コードが使いやすい

ご清聴ありがとうございました

- Ogle, D. H.(2016) Introductory Fisheries Analyses with R. *CRC Press*, UK.
- Ailloud, L. E. & Hoenig, J. M.(2019) A general theory of age-length keys: combining the forward and inverse keys to estimate age composition from incomplete data. *ICES Journal of Marine Science*, 76: 1515-1523.
- Murta, A. G., Loff, J. F., Neves, M., and Wise, L.(2016) ALKr: A R package of methods based on age-length keys to estimate the age structure of fish populations.
https://www.iccat.int/GBYP/Docs/Modelling_Phase_3_R_Package_ALKr.pdf
- Gerritsen, H. D., McGrath, D., and Lordan, C. 2006. A simple method for comparing age-length keys reveals significant regional differences within a single stock of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1096-1100.
- 田中昌一(1985) 水産資源学総論. 恒星社厚生閣. 東京.