

# 基于机器学习方法分析

## 舟山裙带菜形态特征对生物量的响应

浙江海洋大学海洋资源与环境专业



汇报人：应邦肯  
时 间：2023.10.17  
导 师：田 阔

# 目 录

CONTENTS

- 一、背景
- 二、方法
- 三、结果
- 四、结论



舟山枸杞岛采集的裙带菜

## 裙带菜 (*Undaria pinnatifida*)

- 一年生大型褐藻，是亚洲国家常见的大型食用褐藻，我国北方均有大规模的养殖
- 我国**自然生长分布**的区域**仅有浙江舟山**
- 表型特征是由基因与环境因素共同决定的，决定了物种的生物量、品质和抗逆性
- **表型特征与生物量间的相关性**已成为生态学中一个研究热点，而**机器学习**因其强大的预测能力和宽泛的约束条件，在该热点领域**有着广泛的应用**

**目的：**研究野生种与养殖种的形态特征差异，利用机器学习比较分析形态特征对生物量的影响，构建预测模型

**意义：**为舟山裙带菜的育种、地理标志建设、碳汇估算提供科学的参考依据



裙带菜野生种与养殖种采集

imagej分析

形态学指标相关性分析

PCA主成分分析降维

广义可加模型GAM

广义线性模型GLM

glmm.hp方差分解

模型比较与结果分析

本研究的技术路线



舟山枸杞岛 (来源: 网络)

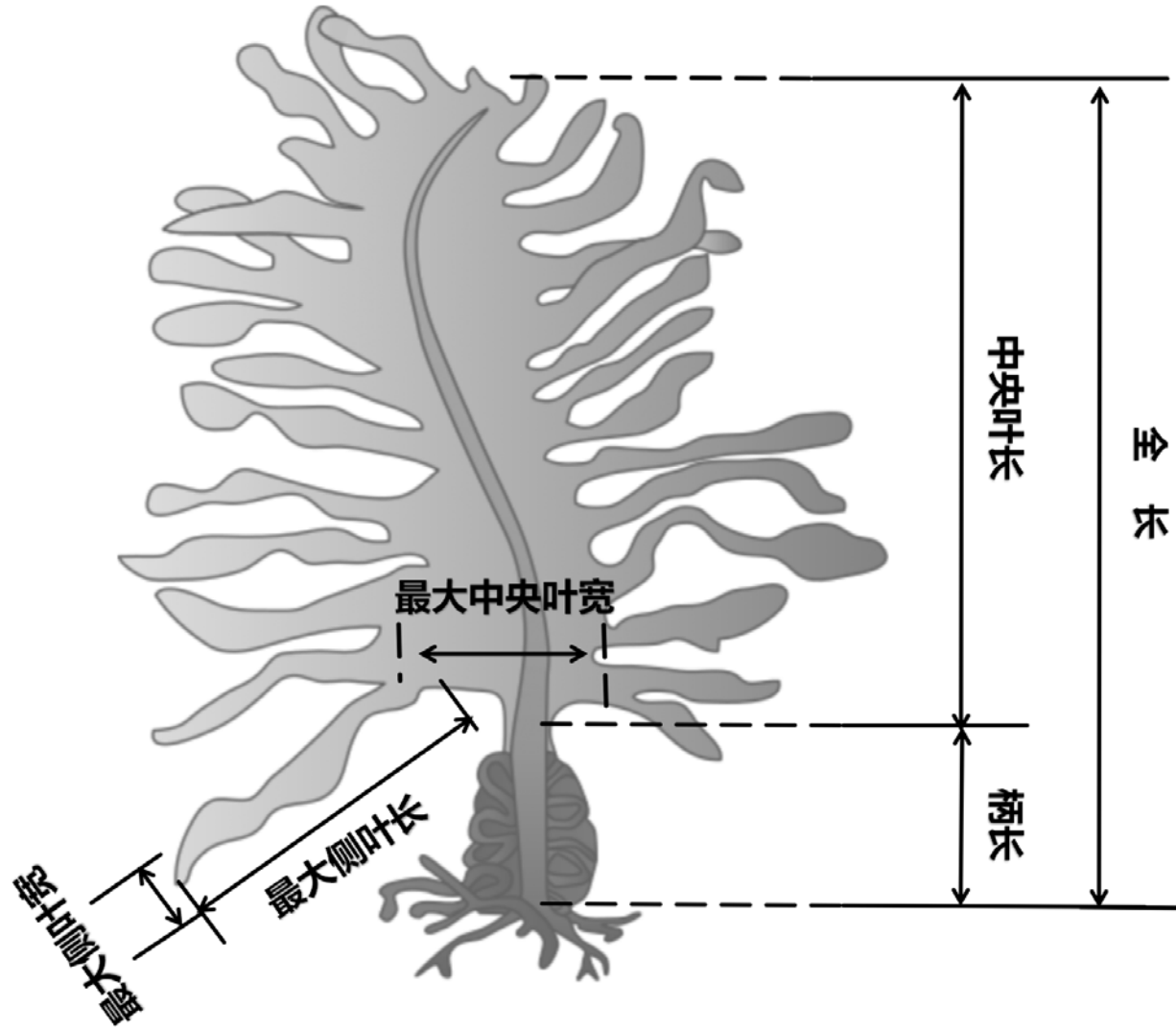
**野生种: 舟山枸杞岛 采集90株**

**时间: 2022年1月份**

**养殖种: 山东烟台 采集30株**

**时间: 2022年2月份**

## 形态数据获取



裙带菜部分形态学指标示意图

采集的形态学指标:

### (1) 表观形态特征

中央叶长、全长、最大中央叶宽、柄长、最大侧叶长、最大侧叶宽、面积、分形维数 (插件Segmentation)

### (2) 特征比

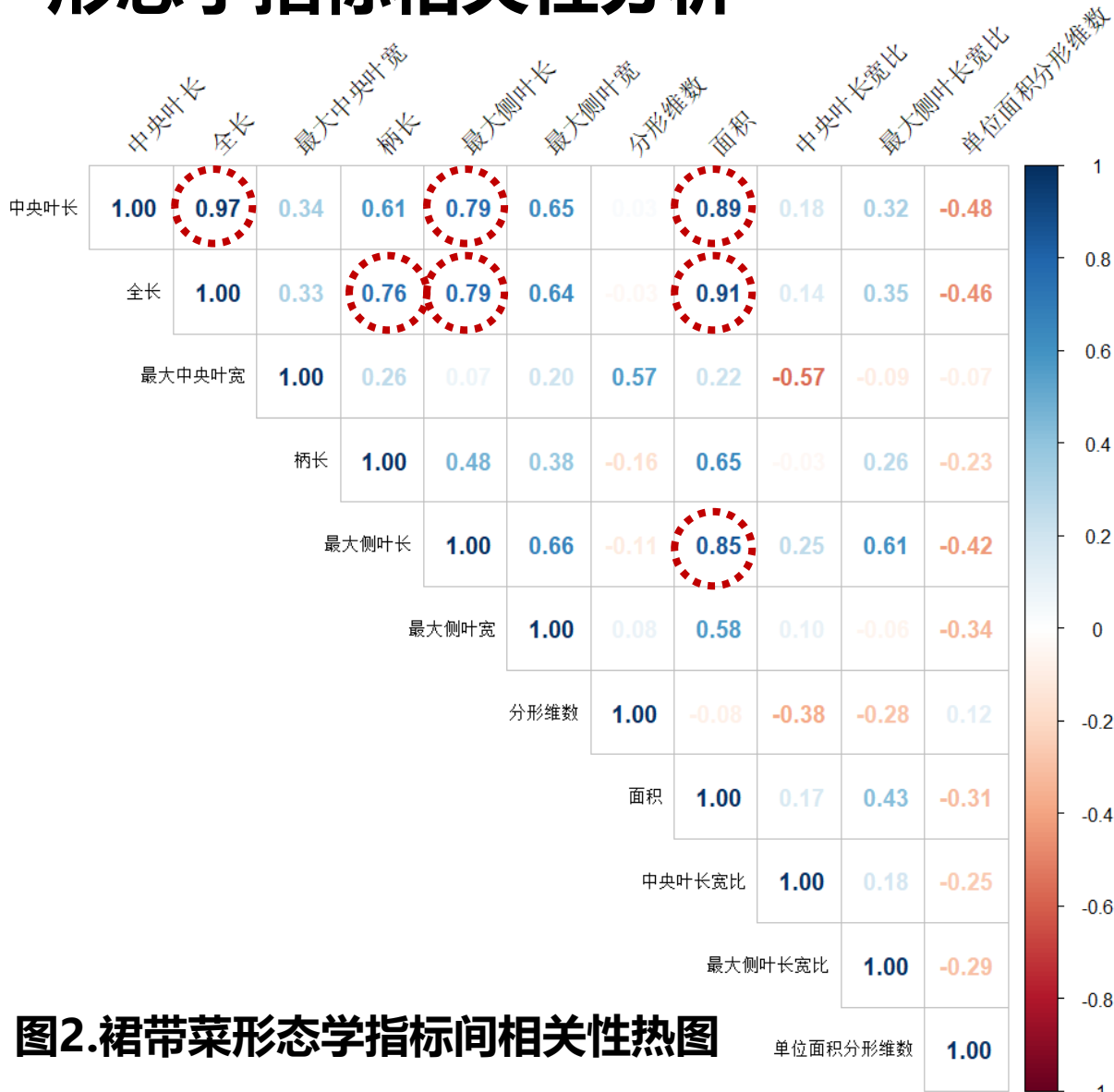
中央叶长宽比、最大侧叶长宽比、单位面积分形维数 (去除面积影响的叶片复杂度)



## 数据处理方法



# 形态学指标相关性分析



(1)相关性大于0.7的指标:

- 中央叶长与全长、最大侧叶长、面积
- 全长与柄长、最大侧叶长、面积
- 最大侧叶长与面积

(2)表观形态指标与特征比指标相关性较低, 两类指标具有一定独立性

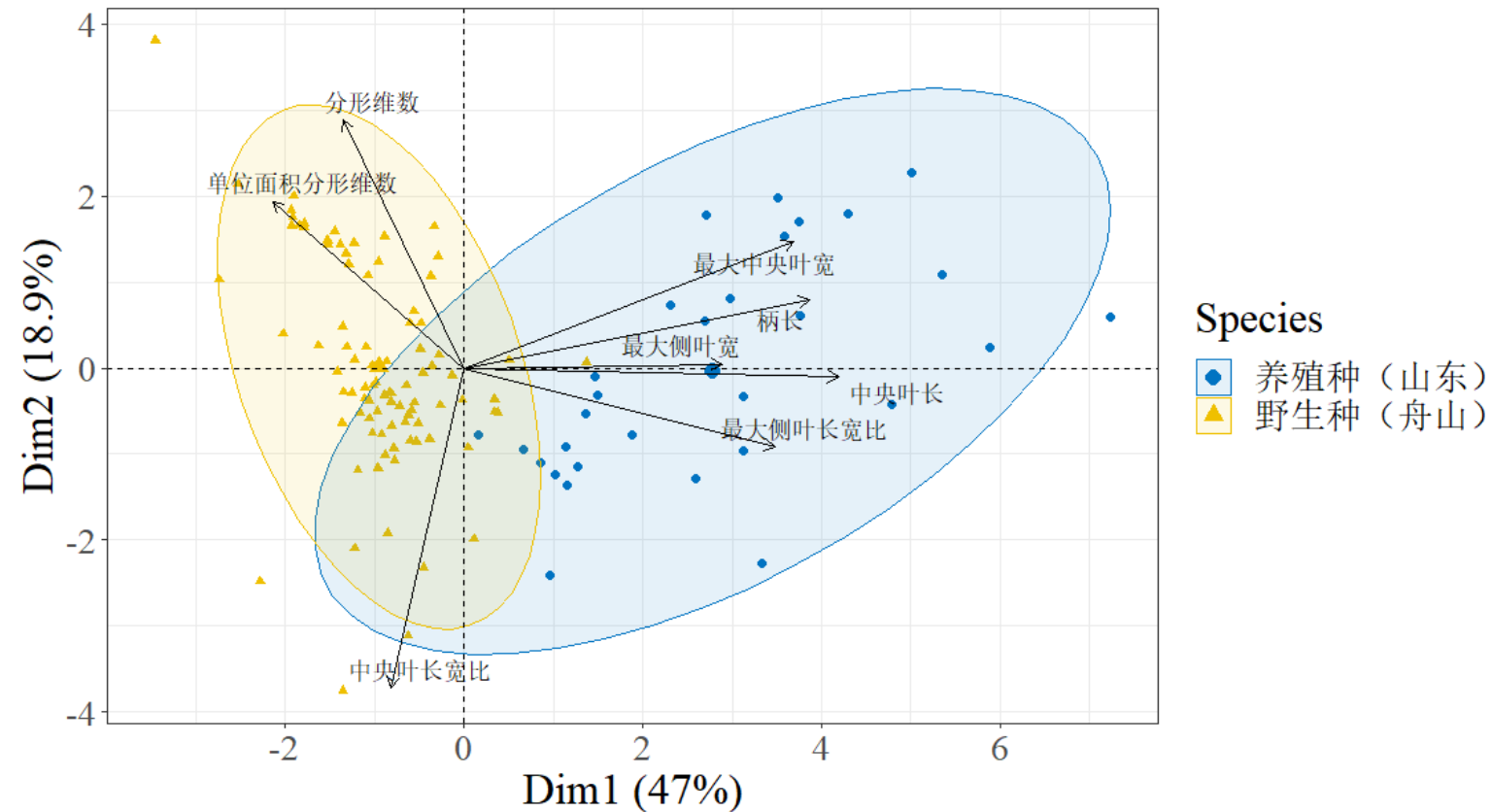
**最终筛选：中央叶长、最大中央叶宽、柄长、最大侧叶宽、分形维数、中央叶长宽比、最大侧叶长宽比、单位面积分形维数**

图2.裙带菜形态学指标间相关性热图





# PCA主成分分析降维



PCA主成分分析结果

- 野生种 (舟山) 与养殖种 (山东) 的形态差异显著
- 野生种 (舟山) 的形态特征则更为复杂 (单位面积分形维数、分形维数)
- 维度1提供了47%的解释率, 维度2提供了18.9%的解释度
- 中央叶长、柄长、最大中央叶宽、最大侧叶宽、最大侧叶长宽比指标提供了养殖种的形态差异



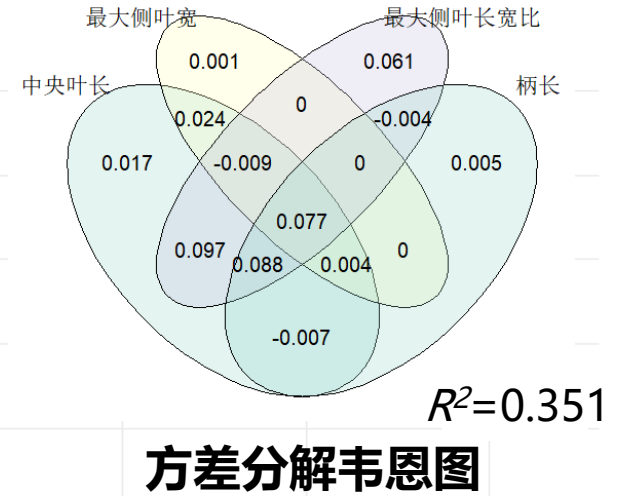
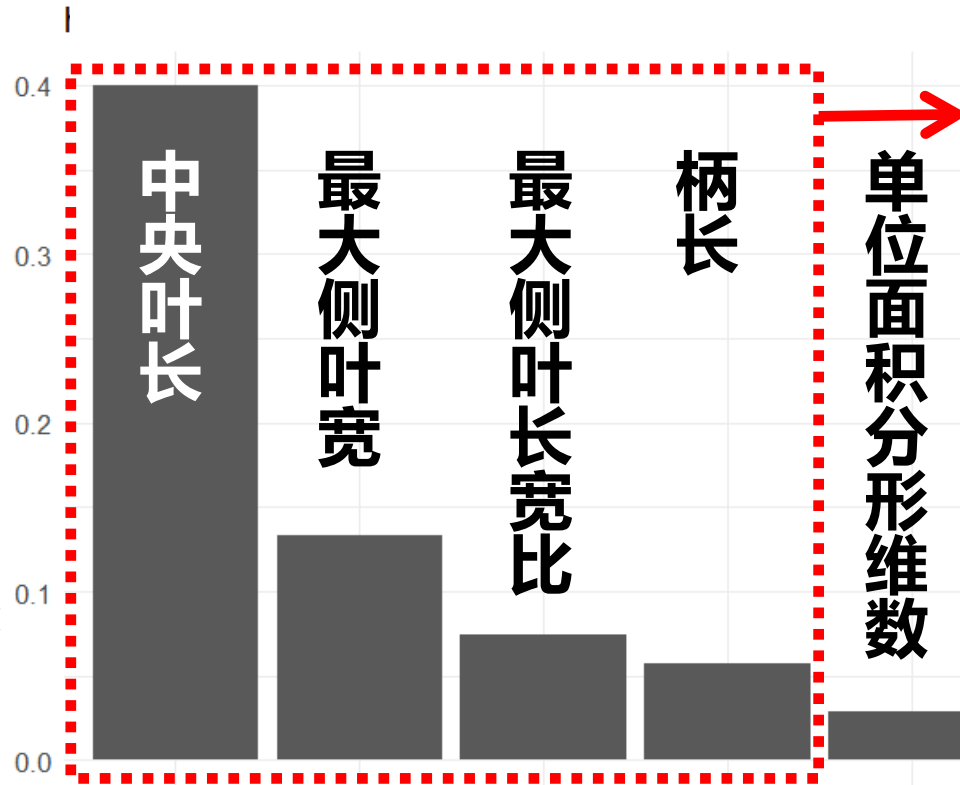




# 广义线性模型

形态学指标	<i>P</i>
中央叶长	6.27e-12 ***
最大中央叶宽	0.51909
最大侧叶宽	0.02087 *
最大侧叶长宽比	0.00385 **
中央叶长宽比	0.45138
柄长	0.07875
分形维数	0.64548
单位面积分形维数	0.00494 **

个体效益 individual effect



中央叶长宽比 最大中央叶宽 分形维数

## 广义线性模型的方差分解

**中央叶长**对生物量的响应呈现**极其显著**，对生物量的解释度最高；  
**中央叶长**与**最大侧叶长宽比**呈现较高的方差共性（方差共性=0.253）

\*.响应显著 ( $P < 0.05$ )  
 \*\*.响应较显著 ( $P < 0.01$ )  
 \*\*\*.响应极显著 ( $P < 0.001$ )

$R^2 = 0.72335$ ,  $AIC = 620.6$ ,  
 $BIC = 645.4034$



## 两种模型的比较及预测变量的显著性

	$P$ (广义加性模型)	$P$ (广义线性模型)
中央叶长	2.82e-07 ***	6.27e-12 ***
最大中央叶宽	0.009457 **	0.51909
最大侧叶宽	1.66e-06 ***	0.02087 *
最大侧叶长宽比	0.499509	0.00385 **
中央叶长宽比	0.119414	0.45138
柄长	0.051923	0.07875
分形维数	0.554407	0.64548
单位面积分形维数	0.000486 ***	0.00494 **
$R^2$	<b>0.922</b>	<b>0.72335</b>
AIC	<b>523.7723</b>	<b>620.6</b>
BIC	<b>609.8844</b>	<b>645.4034</b>

- 两种模型中央叶长、最大侧叶长、单位面积分形维数 $p$ 值均呈现较显著及以上，**结论基本一致**。两种模型均可作为分析舟山裙带菜形态特征对生物量响应的模型工具
- **广义加性模型 (GAM)**在舟山裙带菜形态特征对生物量的响应预测方面具有较高的解释度
- 广义加性模型在对表观形态特征的解释度较高。

\*.响应显著( $P < 0.05$ ); \*\*.响应较显著 ( $P < 0.01$ ) ;\*\*\*.响应极显著 ( $P < 0.001$ )



## 形态指标:

- (1) 表观形态指标与特征比, 相关性不大, 两类指标具有一定独立性, 直观的形态特征更易作为藻类生物预测指标
- (2) 自然野生个体, 形态特征越复杂, 积累的生物量越低
- (3) 中央叶长是一个预测舟山裙带菜生物量的优良指标可运用于后期无人机遥感、育种等方面亦可应用
- (4) 中央叶长大于35cm后, 野生个体的生物量会显著增长, 可利用分子技术做进一步的解析

## 模型结论:

- (1) 广义加性模型较线性模型对于具有复杂形态特征的藻类生物量预测, 可能具有更强的模型解释度
- (2) 通过模型可知, 中央叶长、最大侧叶宽在线性模型中有较高的方差共性, 这意味着中央叶的增长会伴随侧叶的增宽, 增加藻类的整体生物量
- (3) 野生个体形态特征越复杂, 生物量越低, 复杂的形态特征能提供更丰富的三维空间, 吸引其他物种, 提高生态服务功能, 这与人工育种方向相反, 需要加大对舟山野生种群的保护。

期待您的批评与指导

