

## 收割对芦苇生物量及氮磷储量的影响

刘秋华, 吴永波\*, 薛建辉

(南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037)

**摘要:** 以宜兴太湖百渎港河口湿地区域内芦苇(*Phragmites australis*)为研究对象, 采用现场围隔手段, 研究了收割移出和自然保留 2 种处理方式下芦苇地上部分生物量、氮、磷含量和储量的动态变化。结果表明: (1) 收割样地内芦苇群落的茎、叶和地上生物量(不包括收割部分)均低于保留样地的芦苇群落, 且差异性均达到极显著水平; (2) 收割样地与保留样地内芦苇茎和叶片的氮、磷含量变化趋势相近, 且芦苇茎和叶的氮、磷含量差异都不显著; (3) 收割样地内芦苇群落的茎、叶和地上氮、磷储量均低于保留样地内的芦苇群落, 且差异性均达到极显著水平; (4) 收割样地和保留样地芦苇的茎、叶和地上生物量与其氮、磷储量间均呈现显著的正相关。

**关键词:** 芦苇; 围隔; 收割; 氮磷; 储量

中图分类号: Q948.8

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2013)05-0809-06

### Effects of cutting on biomass and nitrogen and phosphorus storage of reeds

LIU Qiu-hua, WU Yong-bo, XUE Jian-hui

(College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

**Abstract:** In this paper, we studied the effects of harvesting on the biomass and nitrogen, phosphorus content and storage of the reeds (*Phragmites australis*) in estuarine wetland, Baidu Port, Yixin Taihu Lake by using in-situ enclosure. The results are as follows. (1) The stem, leaf and aboveground biomass of reed community in cutting sample plots (not include the cutting part) are lower than those of uncutting sample plots, and the differences between them are highly significant; (2) The variation tendency of nitrogen and phosphorus content of reeds in cutting sample plots and uncutting ones is similar, and the differences between the nitrogen and phosphorus content of reeds in them are not significant; (3) The nitrogen and phosphorus storage of reed community in cutting sample plots are lower than those of uncutting sample plots, and the differences between them are highly significant; (4) The stem, leaf and aboveground biomass are directly correlated to the nitrogen and phosphorus storage in both cutting sample plots and uncutting sample plots.

**Key words:** reeds; enclosure; harvest; nitrogen and phosphorus; storage

湿地优势群落生长的季节动态和生物量是反映湿地生态系统的重要功能指标, 它是生态系统物质循环和能量流动等方面研究的基础<sup>[1]</sup>。芦苇(*Phragmites australis*)属禾本科多年生草本植物, 耐盐碱、耐水湿, 分布广泛, 是太湖湿地水生植物优势种之一, 其群落的生长态势有直接的指示作用<sup>[2]</sup>。对芦苇群落生长动态进行研究, 有助于准确评价太湖湿地生态系统现状及太湖芦苇湿地受损生态系统的恢复与管理。

近年来收割对芦苇生长的影响逐渐成为研究热点<sup>[3-6]</sup>, 主要集中在收割对芦苇生物量、土壤酶活性等方面影响的研究, 且多以冬季研究为主, 仅国外有生长季时收割影响的研究报道<sup>[7]</sup>, 但均未涉及收割对芦苇氮磷储量动态影响的研究。氮和磷是湿地生态系统重要的限制因子, 亦是导致富营养化问题的主要因素。作者基于 2012 年整个生长季的湿地芦苇群落学特性野外调查资料, 采用现场围隔手段, 研究收割对芦苇群落地上部分生物量和氮、磷储量

收稿日期: 2013-03-04

基金项目: 国家林业局林业行业公益性项目(200904001-3)与 948 计划(2013-4-63)资助。

作者简介: 刘秋华, 男, 硕士研究生。E-mail: 15951947907@163.com

\* 通信作者: 吴永波, 男, 副教授。E-mail: yongbowu0920@163.com

的影响,分析芦苇地上部分生物量与氮、磷储量的相关关系,为太湖芦苇群落的湿地管理技术提供理论依据。

## 1 研究地区与方法

### 1.1 研究区概况

研究区地处宜兴市与常州市交界处,位于宜兴分水河入太湖河口处湖滨湿地,地理位置 120°03'E, 31°29' N。研究区属北亚热带湿润性季风气候,四季分明,雨水丰沛,光照充足,全年平均气温 17℃,年平均降雨量 1 096.9 mm。主要气候特征如下:年平均无霜期 240 多天,生长期可达 250 d 左右,平均年积温(≥10℃) 5 418℃;日照较足,7~8 月日照时数最多;常年主导风向为东南风,次主导风向为西北风。全区平均地面高程 2.6 m,属季节性淹水区域,每年 6~9 月有积水,积水深度平均 0.5 m。7 月中旬达到最高水位,淹水深度 1.0 m 左右。

### 1.2 试验设计

试验样地设置在地势平坦地段,于 6 月 3 日进行收割处理(收割处理的生物量不参加总量计算),距离地面 10 cm 收割,面积 6 m×6 m,3 次重复,并于 6 月 4 日将收割样方和对照均围隔。用钢筋作骨架,杉木作支架,以缝合的聚丙烯防水布围成 6 m×6 m 的半封闭式正方形无底围隔,防水布底部包裹砖块压入底泥,上部缝合在钢筋与杉木上,围隔高度为 1.5 m。

### 1.3 样品采集和测定方法

本研究共进行 5 次野外采样,时间分别为 2012 年 4 月 12 日、6 月 2 日、7 月 28 日、9 月 18 日和 11 月 29 日。采用“W”法随机选取样方内芦苇 20

株,齐地割取。

地上部分生物量的测定:统计样地内芦苇密度、高度,齐地割取后测定鲜重,标记后带回实验室,将每株芦苇按照茎、叶片分类,所有样品采回后于 105℃ 杀青 0.5 h,80℃ 烘干至恒重。以平均单株茎和叶的干重乘上密度得到样地内茎和叶的生物量,同一样地内茎和叶的生物量之和为该样地内芦苇地上生物量。

氮、磷含量的测定及储量计算:将烘干至恒重的样本粉碎过筛后,装袋保存于干燥处备用。分别采用凯氏定氮法和钼锑抗比色法测定样本氮、磷含量。氮、磷储量的计算公式分别为: $M_N = T_N \times B$ ,  $M_P = T_P \times B$ ,其中,  $M_N$ 、 $M_P$  分别为氮、磷储量( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ),以每  $\text{m}^2$  内芦苇所积累的氮、磷含量表示; $T_N$ 、 $T_P$  分别为单位生物量中的氮、磷含量( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ); $B$  为单位面积内的生物量( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )。

采用 Excel 2010 和 SPSS 17.0 进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 收割对芦苇生长状况的影响

**2.1.1 收割对芦苇形态特征的影响** 株高、株茎和密度是反映芦苇群落特征的重要参数。表 1 给出了 2 种处理方式下芦苇群落 4~11 月这些参数的动态变化。从表 1 可以看出,保留样地的芦苇群落株高、株茎和密度均呈单峰型。其中株高和株茎从 4 月到 9 月一直增长,并均在 9 月达到最大值,分别为 4.17 m 和 1.45 cm,之后由于植株衰落而下降,而密度在 6 月达到最大值,之后持续下降,这是由于芦苇植株种内对资源的竞争产生的自疏现象。

表 1 不同处理方式下芦苇形态的动态变化  
Table 1 The growth status of reed communities under different treatments

项目 Item	处理方式 Treatment	4 月 April	6 月 June	7 月 July	9 月 September	11 月 November
株高/m Stem height	收割 Harvest	1.56±0.21 <sup>A</sup>	3.41±0.35 <sup>A</sup>	2.37±0.17 <sup>A</sup>	3.46±0.26 <sup>A</sup>	3.30±0.23 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	1.63±0.16 <sup>A</sup>	3.26±0.24 <sup>A</sup>	3.86±0.25 <sup>a</sup>	4.17±0.18 <sup>a</sup>	3.76±0.27 <sup>A</sup>
株茎/cm Stem diameter	收割 Harvest	0.87±0.05 <sup>A</sup>	1.15±0.07 <sup>A</sup>	0.88±0.07 <sup>A</sup>	1.28±0.08 <sup>A</sup>	1.09±0.06 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	0.83±0.06 <sup>A</sup>	1.19±0.05 <sup>A</sup>	1.26±0.07 <sup>a</sup>	1.45±0.10 <sup>A</sup>	1.27±0.06 <sup>A</sup>
密度/株·m <sup>-2</sup> Density	收割 Harvest	49±3 <sup>A</sup>	52±6 <sup>A</sup>	43±6 <sup>A</sup>	41±5 <sup>A</sup>	37±4 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	47±4 <sup>A</sup>	54±5 <sup>A</sup>	49±3 <sup>A</sup>	46±5 <sup>A</sup>	39±3 <sup>A</sup>

注:表中数据为平均值±标准误差,相同字母的大小写表示处理与对照差异达显著水平( $P<0.05$ )。

Note: The data in the table are average value±SD, and the data followed with capital and small letter of the same alphabet represent significant difference at the 0.05 level.

收割样地的芦苇群落的株高、株茎及密度在收割前持续增长,收割后通过无性繁殖长出新的芽继

续生长,群落的株高、株茎动态变化也呈单峰型,在 9 月份达到最大值,分别为 3.46 m 和 1.28 cm,

随后衰落下降, 而密度持续下降, 11 月份最小。处理前 (4~6 月), 收割样地和保留样地芦苇的株高、株茎和密度无显著差异; 处理后 (7~11 月), 收割样地芦苇的株高、株茎和密度均低于保留样地的芦苇群落, 除了 7 月份株高、株茎和 9 月份株高的差异性达到显著水平, 其他的差异性不显著。

**2.1.2 收割对芦苇地上生物量的影响** 生物量是植物群落结构与功能的主要测度指标之一, 是衡量群落固碳能力的重要指标, 并反映了植被群落的生长状况。

不同处理方式下芦苇茎、叶及地上生物量的动态变化见图 1, 调查期内保留样地芦苇的茎、叶片及地上生物量的变化趋势基本相同, 各部分生物量随时间的推移而逐渐增加, 且最大值都出现在 9 月

份, 其后随着生长季的结束与衰落, 各部分生物量都有所下降。芦苇茎、叶和地上生物量在生长季节内的变化范围分别为  $259.86 \sim 1\ 630.88 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $175.71 \sim 869.93 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $435.56 \sim 2\ 500.81 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ; 收割样地内芦苇的茎、叶片及地上生物量的变化范围分别为  $0 \sim 683.04 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $0 \sim 458.65 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  和  $0 \sim 1\ 136.16 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 4~6 月份芦苇茎、叶生物量逐渐增加, 至收割前, 分别达到  $677.51 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  和  $458.65 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。收割后, 茎、叶及地上生物量逐渐增加, 最大值都出现在 9 月份, 分别为  $683.04 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  和  $397.77 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 其中茎生物量略高于收割前, 而叶生物量略低于收割前, 其后随着生长季的结束与衰落, 各部分生物量都有所下降。

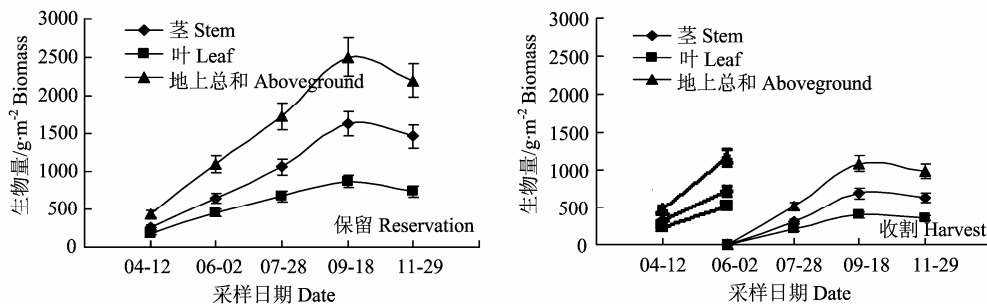


图 1 不同处理方式下芦苇茎、叶及地上生物量的动态变化

Figure 1 The dynamic of stem, leaf and aboveground biomass of reed communities under different treatments

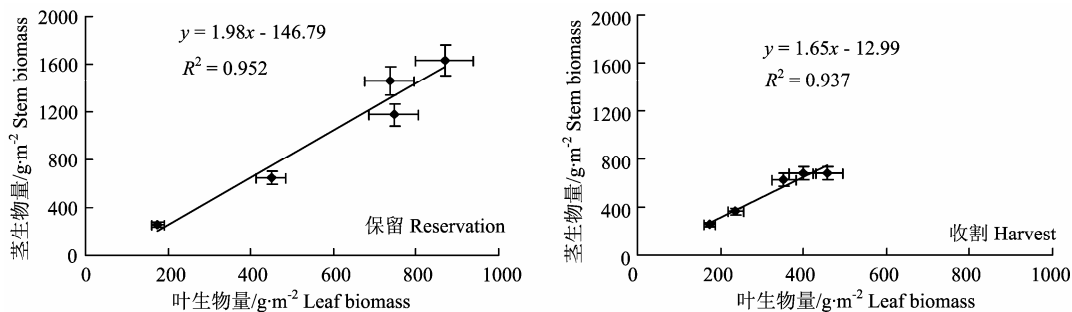


图 2 不同处理方式下芦苇叶、茎生物量之间的关系

Figure 2 Relationship between leaf and stem of reed communities under different treatments

保留样地内芦苇茎生物量 8 月份之前基本呈直线增长, 月平均生长速率为  $225.49 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 9 月份的生长速率最大, 为  $344.57 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 10 月份开始出现负增长。与茎生物量生长速率不同, 叶片生物量均生长速率的最大值出现在 7 月份, 为  $164.35 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ; 在整个生长期, 收割样地内芦苇的茎、叶片生物量最大值都出现在 4、5 月份, 分别为  $253.66 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  和  $170.68 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。虽然 6~9 月份的雨热等条件优于

4、5 月份, 但收割后芦苇的茎和叶生物量增加量明显小于收割前的增加量, 这是收割样地内芦苇的茎、叶片生物量最大值都出现在 4、5 月份的主要原因。收割后芦苇茎和叶生物量持续增长, 月生长速率均在 9 月份达到极大值, 分别为  $225.20 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  和  $117.97 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 10 月份开始出现负增长。

根据数据分析, 收割处理后, 收割样地内芦苇的茎、叶和地上生物量均低于保留样地的芦苇群落,

且差异性均达到极显著水平 ( $P<0.01$ )；同时发现 2 种处理方式下芦苇叶片生物量和茎生物量间都存在显著的正相关，说明芦苇在叶片和茎之间的物质分配是比较均匀的 (图 2)。

2.2 收割对芦苇 N、P 储量的影响

2.2.1 收割对芦苇 N、P 含量的影响 氮和磷是构建植物群落重要的营养盐，也是湿地生态系统重要的限制因子和水质富营养化的主要原因<sup>[8]</sup>，研究芦苇群落氮、磷循环，可以增进对湿地生态系统的结构与功能及其对气候变化的响应等方面的理解<sup>[9]</sup>。

由图 3 可见，调查期内保留样地内芦苇地上茎、叶片的氮含量范围分别为 5.88~18.18  $g\cdot kg^{-1}$ ，15.02~34.42  $g\cdot kg^{-1}$ ，磷含量范围分别为 0.55~1.11

$g\cdot kg^{-1}$ ，0.69~2.07  $g\cdot kg^{-1}$ ；收割样地芦苇地上茎、叶片的氮含量范围分别为 7.83~17.71  $g\cdot kg^{-1}$ ，18.30~33.53  $g\cdot kg^{-1}$ ，磷含量范围分别为 0.62~1.15  $g\cdot kg^{-1}$ ，0.82~2.04  $g\cdot kg^{-1}$ 。生长季内，2 种样地内芦苇茎和叶的氮、磷含量的趋势相同，在生长初期 (4、5 月)，保留样地和收割样地内芦苇茎和叶的 N、P 元素含量较高，而在生长旺季 (6、7 月)，随着茎和叶持续生长和生物量不断扩大，其含量逐渐稀释降低，8、9 月份茎和叶的氮、磷含量又有不同程度升高，而在 10 月份芦苇植株衰老期，营养元素回流，叶片的氮、磷含量和茎的氮含量再次下降，但是茎的磷含量却有所升高。

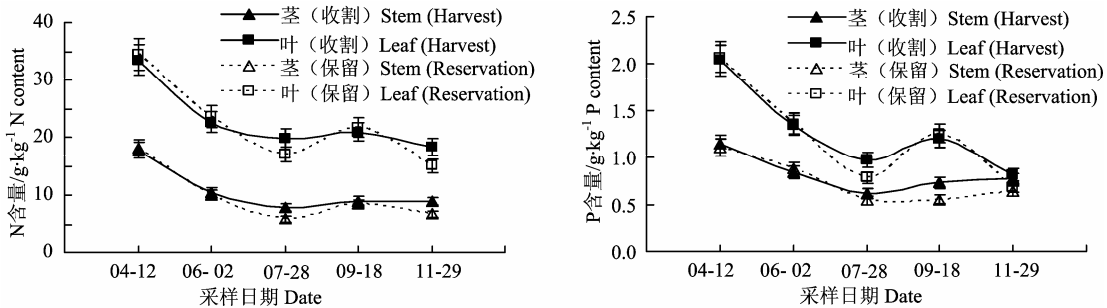


图 3 不同处理方式下芦苇茎和叶 N、P 含量的动态变化

Figure 3 The dynamic of N, P content in stem and leaf of reed communities under different treatments

表 2 不同处理方式下芦苇叶和茎 N、P 储量的动态变化

Table 2 The dynamic of N, P storage in stem and leaf of reed communities under different treatments

项目 Item	处理方式 Treatment	4 月 April	6 月 June	7 月 July	9 月 September	11 月 November
叶 N 储量/ $g\cdot m^{-2}$ N storage in the leaf	收割 Harvest	5.72±0.51 <sup>A</sup>	9.58±0.94 <sup>A</sup>	3.99±0.43 <sup>A</sup>	8.33±0.58 <sup>A</sup>	6.45±0.42 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	6.05±0.49 <sup>A</sup>	10.64±0.89 <sup>A</sup>	11.43±1.53 <sup>a</sup>	18.91±2.06 <sup>a</sup>	11.05±1.06 <sup>a</sup>
叶 P 储量/ $g\cdot m^{-2}$ P storage in the leaf	收割 Harvest	0.32±0.05 <sup>A</sup>	0.63±0.08 <sup>A</sup>	0.20±0.04 <sup>A</sup>	0.48±0.15 <sup>A</sup>	0.29±0.07 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	0.36±0.09 <sup>A</sup>	0.57±0.11 <sup>A</sup>	0.53±0.06 <sup>a</sup>	1.08±0.21 <sup>a</sup>	0.51±0.12 <sup>a</sup>
茎 N 储量/ $g\cdot m^{-2}$ N storage in the stem	收割 Harvest	4.51±0.57 <sup>A</sup>	7.07±1.44 <sup>A</sup>	2.41±0.16 <sup>A</sup>	6.16±1.22 <sup>A</sup>	5.59±0.57 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	4.72±0.37 <sup>A</sup>	6.55±1.25 <sup>A</sup>	6.21±1.23 <sup>a</sup>	13.80±0.99 <sup>a</sup>	9.91±1.26 <sup>a</sup>
茎 P 储量/ $g\cdot m^{-2}$ P storage in the stem	收割 Harvest	0.29±0.09 <sup>A</sup>	0.60±0.05 <sup>A</sup>	0.19±0.03 <sup>A</sup>	0.50±0.03 <sup>A</sup>	0.49±0.11 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	0.32±0.08 <sup>A</sup>	0.57±0.06 <sup>A</sup>	0.58±0.13 <sup>a</sup>	0.91±0.06 <sup>a</sup>	0.94±0.09 <sup>a</sup>
地上 N 储量/ $g\cdot m^{-2}$ N storage in the stem	收割 Harvest	10.21±0.61 <sup>A</sup>	16.65±2.27 <sup>A</sup>	6.40±1.44 <sup>A</sup>	14.49±2.06 <sup>A</sup>	12.05±1.27 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	10.77±0.76 <sup>A</sup>	17.20±1.46 <sup>A</sup>	17.63±1.53 <sup>a</sup>	32.71±4.73 <sup>a</sup>	20.95±1.34 <sup>a</sup>
地上 P 储量/ $g\cdot m^{-2}$ P storage in the stem	收割 Harvest	0.63±0.04 <sup>A</sup>	1.23±0.29 <sup>A</sup>	0.39±0.02 <sup>A</sup>	0.98±0.07 <sup>A</sup>	0.78±0.06 <sup>A</sup>
	保留 Reservation	0.68±0.06 <sup>A</sup>	1.14±0.11 <sup>A</sup>	1.11±0.12 <sup>a</sup>	2.01±0.24 <sup>a</sup>	1.45±0.21 <sup>a</sup>

注：表中数据为平均值±标准误差，相同字母的大小写表示处理与对照差异达极显著水平 ( $P<0.01$ )。

Note: The data in the table are average value±SD, and the data followed with capital and small letter of the same alphabet represent extremely significant difference at the 0.01 level.

从图 3 可以看出，收割前，2 种样地内芦苇茎和叶的氮、磷含量差异不显著。收割后，收割样地

内芦苇叶的氮、磷含量都略高于保留样地内芦苇叶的氮、磷含量，收割样地内茎的氮、磷含量除了 8、

9 月份稍低于保留样地芦苇茎的氮、磷含量外, 其他月份都高于保留样地内芦苇茎的氮、磷含量, 数

据分析表明, 收割样地与保留样地内地上茎、叶的氮、磷含量差异不显著。

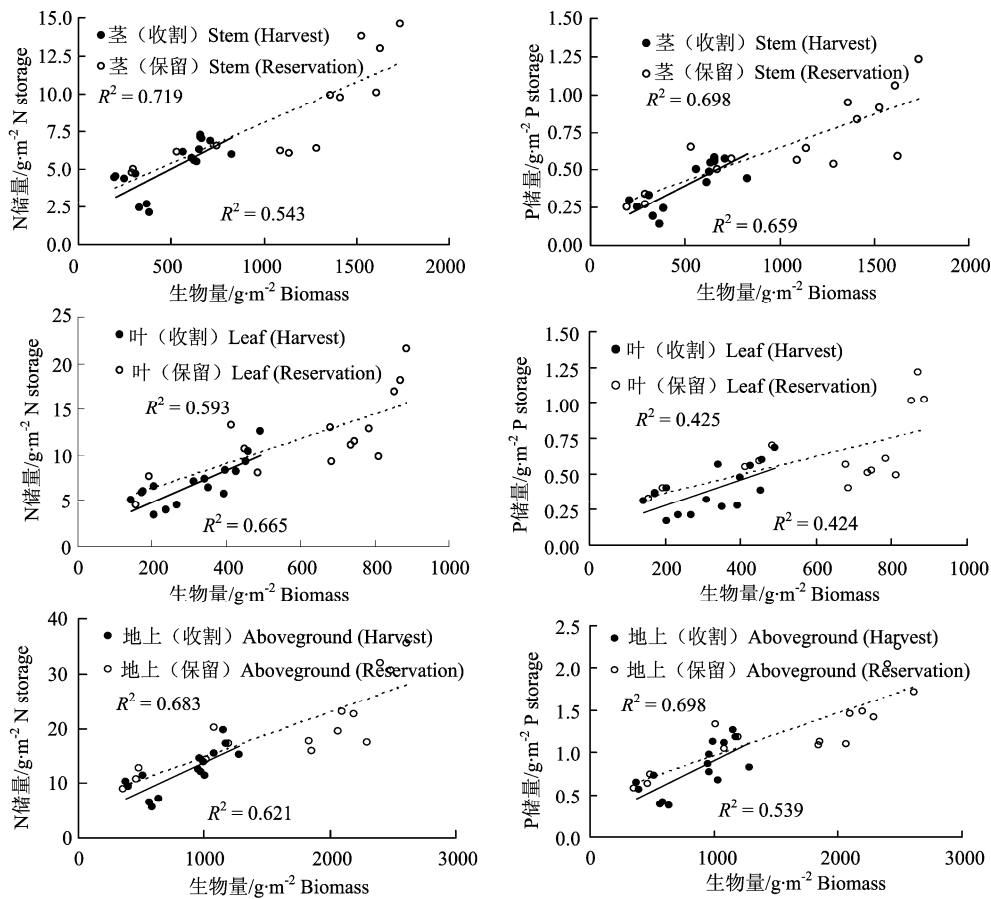


图 4 不同处理方式下芦苇茎、叶和地上生物量与 N、P 储量间的相关性

Figure 4 Relationships between stem, leaf and aboveground biomass and N, P storage in reed communities under different treatments

**2.2.2 收割对芦苇 N、P 储量的影响** 在整个生长季内, 保留样地内芦苇茎和叶氮、磷储量的总体特征为先升高后降低 (表 2)。生长初期, 尽管芦苇茎叶 N、P 含量较高, 但其生物量较低, 因此蓄积的 N、P 储量较小, 茎和叶的氮、磷储量这时最低, 6 月份后, 随着生物量的迅速增加, 其茎、叶的 N、P 储量也迅速增加, 并在 9 月份达到最大值, 分别为  $13.80 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $18.91 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  (茎、叶氮储量),  $0.91 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,  $1.08 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  (茎、叶磷储量), 此后随着芦苇生长衰落, 茎和叶的 N、P 储量有所下降; 在生长初期 (4、5 月份), 收割样地内芦苇茎和叶氮、磷储量持续增长, 茎和叶氮、磷储量在 6 月份达到最大值, 分别为  $7.07 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  和  $9.58 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  (茎、叶氮储量),  $0.60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  和  $0.63 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  (茎、叶磷储量)。收割后, 氮、磷储量也持续增大, 并在 9 月份达到最大, 小于收割前的最高水平, 随后因为芦苇生长衰落, 茎和叶的 N、P 储量有所下降。

方差分析表明, 收割前 (4~6 月), 2 种处理下芦苇的茎、叶和地上氮、磷储量无显著差异; 收割后 (7~11 月), 收割处理样地内芦苇的茎、叶和地上氮、磷储量均低于保留样地内的芦苇群落, 且差异性均达到极显著水平 ( $P < 0.01$ )。

### 2.3 不同处理方式下芦苇生物量与氮、磷储量关系

相关性分析发现, 保留样地和收割样地芦苇的茎、叶和地上生物量与其氮、磷储量间均呈现显著的正相关 ( $P < 0.01$ ) (图 4), 芦苇茎、叶和地上生物量与氮、磷储量在生长季节的变化趋势基本相同, 氮、磷含量与氮、磷储量间的相关性不显著。

### 3 小结与讨论

处理后 (7~11 月), 收割样地芦苇的株高、株茎和密度均低于保留样地的芦苇群落, 除了 7 月份株高、株茎和 9 月份株高的差异性达到显著水平, 其他的差异性不显著。收割样地内芦苇的茎、叶和

地上生物量均低于保留样地的芦苇群落,且差异性均达到极显著水平。整个生长期,两种处理下芦苇叶片生物量和茎生物量间存在显著的正相关。

在生长季节内,两种处理下芦苇茎和叶片的氮、磷含量变化趋势相近,且芦苇茎和叶的氮、磷含量差异不显著;处理后(7~11月),收割样地内芦苇的茎、叶和地上氮、磷储量均低于保留样地内的芦苇群落,且差异性均达到极显著水平。

保留样地和收割样地芦苇的茎、叶和地上生物量与其氮、磷储量间均呈现显著的正相关,而氮、磷含量与氮、磷储量间的相关性不显著。

本试验保留样地芦苇地上生物量的最大值为 $2500.81\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,这与崇明东滩湿地地上生物量最大值( $2720\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ )、杭州湾滨海湿地地上生物量最大值( $2388.23\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ )比较接近,明显大于吉林省西部盐碱地芦苇地上生物量最大值( $950.25\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ )及盘锦湿地芦苇地上生物量最大值<sup>[1,10-12]</sup>,说明保留样地的芦苇群落具有较高的地上生物量及生态系统净初级生产力,这主要与芦苇群落所处的地理位置引起的水热条件及土壤差别等有关。

保留样地内芦苇植株各部分的氮、磷储量比白洋淀湿地和杭州湾滨海湿地高出许多<sup>[9,11]</sup>。不同区域芦苇氮、磷储量的差异较大,其驱动力可能为土壤地球化学、植物生理学和植物群落组成变化<sup>[13]</sup>;虽然收割样地茎和叶的生物量在9月份达到最大值,与收割前的水平相当,但由于此时茎和叶的氮、磷含量低于收割前,所以对于收割样地内的芦苇群落,茎和叶氮、磷储量的最大值在6月份。

结果表明,收割样地芦苇的地上部分氮、磷移除量( $28.70\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 和 $2.01\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ )(包括11月底芦苇氮、磷储量及收割处理部分的氮、磷储量)都大于保留样地芦苇的地上部分氮、磷移除量( $20.95\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 和 $1.45\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ )(11月底芦苇氮、磷储量),但本试验只研究了芦苇群落地上部分且缺乏长期研究,所以收割对芦苇生物量及氮磷储量影响的研究还需进

一步地深入和完善。

## 参考文献:

- [1] 贾庆宇,周莉,谢艳兵.周广胜盘锦湿地芦苇群落生物量动态特征研究[J].气象与环境学报,2006,22(4):25-29.
- [2] 王丹,张银龙,庞博,等.苏州太湖湿地芦苇生物量与水深的动态特征研究[J].环境污染与防治,2010,32(7):49-54.
- [3] Valkma E, Lyytinen S, Korichaeva J. The impact of reed management on wildlife: A meta-analytical review of European studies[J]. Biological Conservation, 2008 (141): 364-375.
- [4] 梁漱玉,刘树.不同收割方式对芦苇生长发育的影响[J].沈阳农业大学学报,2005,36(3):343-345.
- [5] 徐明喜,张银龙,陆珺,等.芦苇收割对湖滨湿地土壤酶活性的影响[J].南京林业大学学报:自然科学版,2011,35(6):143-146.
- [6] Ceotto E, Di Candilo M. Shoot cuttings propagation of giant reed (*Arundo donax* L.) [J]. Biomass and Bioenergy, 2010(34): 1614-1623.
- [7] Karunaratne S, Asaeda T, Yutani K. Shoot regrowth and age-specific rhizome storage dynamics of *Phragmites australis* subjected to summer harvesting[J]. Ecological Engineering, 2004(22): 99-111.
- [8] 王佳宁,晏维金,贾晓栋.长江流域点源氮磷营养盐的排放、模型及预测[J].环境科学学报,2006,26(4):658-666.
- [9] 刘存歧,李昂,李博,等.白洋淀湿地芦苇生物量及氮、磷储量动态特征[J].环境科学学报,2012,32(6):1503-1511.
- [10] 马金妍,石冰,王开运,等.崇明东滩湿地围垦区芦苇生物量影响因素初探[J].生态与农村环境学报,2009,25(4):100-102.
- [11] 吴统贵,吴明,虞木奎,等.杭州湾滨海湿地芦苇生物量及N、P储量动态变化[J].中国环境科学,2010,30(10):1408-1412.
- [12] 鲍志娟,盖平.吉林省西部地区芦苇地上部生物量季节动态的研究[J].吉林农业大学学报,2002,24(5):31-34.
- [13] Kitayama K. Comment on "Ecosystem properties and forest decline in contrasting long-term chronosequences" [J]. Science, 2005, 308: 633.