

# 鄱阳湖植食性越冬候鸟粪便和藁草分解 数据集 (2017) 研发

张全军<sup>1</sup>, 夏少霞<sup>2,3</sup>, 吴东丽<sup>1</sup>, 段后浪<sup>2,3\*</sup>, 于秀波<sup>2,3\*</sup>

1. 中国气象局气象探测中心, 北京 100081;
2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 生态系统网络观测与模拟重点实验室, 北京 100101;
3. 中国科学院大学, 北京 100049

**摘要:** 本文基于2017年鄱阳湖洲滩藁草枯落物分解袋试验和植食性越冬水鸟(雁鸭类)粪便添加试验,系统收集了湿地有机质分解及碳氮磷循环数据,构建了鄱阳湖植食性越冬候鸟粪便和藁草分解数据集(2017)。结果表明:鸟粪添加显著加速藁草枯落物分解,混合处理中藁草的干物质、木质素和纤维素残留率(150天分别为66.80%、61.03%和44.54%)均显著低于单一藁草处理(71.96%、69.97%和62.53%),且碳、氮、磷养分释放率(相对归还指数分别为42.73%、53.95%和14.65%)显著高于单一藁草(34.91%、17.96%和5.7%)。鸟粪本身分解较慢但呈现高氮磷释放特征。这表明越冬水鸟通过排泄活动输入外源养分及微生物群落,可能通过改变基质组分、提升养分有效性和激发微生物降解活性等途径,显著促进藁草结构性组分(纤维素、木质素)分解及碳氮磷元素的净释放,进而深刻影响湿地物质循环过程与碳库动态。本数据集内容包括:(1)样地位置信息;(2)样品干物质分解数据;(3)木质素分解数据;(4)纤维素分解数据;(5)全碳归还量;(6)全氮归还量;(7)全磷归还量,为全球碳模型修正和湿地生态系统管理提供了关键科学依据。

**关键词:** 干物质; 木质素; 纤维素; 碳氮磷; 鄱阳湖; 水鸟

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.04.07>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.04.07>

## 数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版,可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.02.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.02.V1>.

## 1 前言

枯落物分解是驱动有机质矿化的核心过程,对全球碳通量及生态系统物质循环具有关

收稿日期: 2025-08-11; 修订日期: 2025-10-29; 出版日期: 2025-12-24

基金项目: 江西省(JXBC-GC20231009); 国家自然科学基金(41971133)

\*通讯作者: 段后浪, 中国科学院地理科学与资源研究所, [duanhl@igsrr.ac.cn](mailto:duanhl@igsrr.ac.cn); 于秀波, 中国科学院地理科学与资源研究所, [yuxb@igsrr.ac.cn](mailto:yuxb@igsrr.ac.cn)

数据引用方式: [1] 张全军, 夏少霞, 吴东丽等. 鄱阳湖植食性越冬候鸟粪便和藁草分解数据集(2017)研发[J]. 全球变化数据学报, 2025, 9(4): 427-435. <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.04.07>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.04.07>.

[2] 张全军, 夏少霞, 吴东丽等. 鄱阳湖植食性越冬候鸟粪便和藁草分解数据集(2017) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.02.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.02.V1>.

键调控作用<sup>[1,2]</sup>。湿地作为高生产力生态系统,其淹水厌氧环境促使湿生植物(如薹草属(*Carex*))枯落物持续积累,形成重要的碳、氮储库<sup>[3-5]</sup>。该过程直接调控养分周转效率、土壤肥力维持与生物群落构建<sup>[6]</sup>,其速率的微小变化即可显著打破碳、氮、磷元素的释放-积累平衡,引发区域至全球尺度的碳氮库动态响应<sup>[7,8]</sup>。

植物光合固碳量的30%以上储存于纤维素与木质素,二者分解速率深刻调控碳循环进程<sup>[7]</sup>。作为难降解的结构性组分,其含量(尤其木质素)常与枯落物整体分解速率呈负相关<sup>[8]</sup>。木质素通过增强细胞壁抗性抑制生物降解,主要依赖真菌分泌的胞外酶实现专一性分解<sup>[9]</sup>。纤维素虽在分解早期主导降解进程,但其主体受木质素物理保护,需待木质素分解后方可被微生物有效利用<sup>[10-12]</sup>。

鄱阳湖(中国最大淡水湖)洲滩的优势种薹草呈现独特物候节律:秋季退水后萌生,冬季地上部分逐渐枯萎;次年春季二次萌发,至4月淹水期地上部分死亡并启动分解<sup>[13]</sup>。该物候过程与越冬水鸟(尤其是植食性雁鸭类)栖息期高度同步,为其提供关键食物资源<sup>[14]</sup>,使该湿地成为东亚-澳大利西亚迁飞路线的核心枢纽<sup>[15]</sup>。每年越冬水鸟数量逾40万只,其中雁鸭类占比超过50%<sup>[16,17]</sup>。庞大鸟群通过排泄活动向湿地输入外源养分及微生物群落<sup>[18]</sup>,可能加速碳、氮、磷的生物地球化学循环<sup>[19-21]</sup>。

本文基于2017年1-6月的分解袋控制试验(设置薹草枯落物、鸟粪及薹草-鸟粪混合物3类处理),系统量化了干物质、木质素与纤维素的残留量、残留率及瞬时衰减系数,以及全碳、全氮、全磷占干物质百分比、残留量与相对归还指数。通过解析上述指标,旨在揭示:植食性越冬水鸟粪便与洲滩薹草枯落物分解过程中碳、氮、磷释放动态的差异;鸟粪添加对薹草枯落物分解过程的调控效应。研究成果将深化对湿地物质循环机理的认知,为全球碳模型修订提供实证数据支撑,并为湿地适应性管理策略的制定提供科学依据。

## 2 数据集元数据简介

《鄱阳湖植食性越冬候鸟粪便和薹草分解数据集(2017)》<sup>[22]</sup>的名称、作者、地理区域、数据年代、数据集组成、数据出版与共享服务平台等信息见表1。

## 3 数据研发方法

### 3.1 数据采集区域

本数据集来源于对鄱阳湖南矶山湿地国家级自然保护区内典型碟形湖泊——白沙湖的实地采集(图1)。该保护区地处鄱阳湖南部三角洲前缘区域,即赣江3条支流汇入湖泊之处,地面高程介于12至16m(吴淞高程系统)之间,属于典型的亚热带季风气候区,表现为夏季炎热多雨、冬季寒冷干燥的特征。受鄱阳湖季节性水位波动的影响,保护区内呈现出明显的丰水期(一般为4月至9月)与枯水期(一般为10月至次年3月)交替的水文模式:丰水期时,大部分草洲被湖水淹没;枯水期来临时,水位下降,河湖相间的洲滩景观逐渐显露<sup>[24,25]</sup>。这种周期性的水文变化塑造了土壤肥沃、水热条件良好的洲滩浅滩环境,孕育了多样的湿生与水生植被,薹草、南荻、芦苇等植物在群落中占据优势地位<sup>[26,27]</sup>。其中,薹草分布最广,是鄱阳湖优势植物,覆盖从湖岸至湖心水线的洲滩,故本研究以其为洲

表1 《鄱阳湖植食性越冬候鸟粪便和藁草分解数据集 (2017)》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	鄱阳湖植食性越冬候鸟粪便和藁草分解数据集 (2017)
数据集短名	DecompositionPoyangLake
作者信息	张全军 NYT-3493-2025, 中国气象局气象探测中心, zhangqj@cma.gov.cn 夏少霞, 中国科学院地理科学与资源研究所, xiasx@igsnr.ac.cn 吴东丽, 中国气象局气象探测中心, wudongli666@126.com 段后浪, 中国科学院地理科学与资源研究所, duanhl@igsnr.ac.cn 于秀波, 中国科学院地理科学与资源研究所, yuxb@igsnr.ac.cn
地理区域	鄱阳湖
数据年代	2017–2018
数据格式	.xlsx
数据量	96.4 KB
数据集组成	(1) 样地位置信息; (2) 样品干物质分解数据; (3) 木质素分解数据; (4) 纤维素分解数据; (5) 全碳归还量; (6) 全氮归还量; (7) 全磷归还量
基金项目	江西省 (JXBC-GC20231009); 国家自然科学基金 (41971133)
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	(1) “数据” 以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放, 用户免费浏览、免费下载; (2) 最终用户使用“数据” 需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源; (3) 增值服务用户或以任何形式散发和传播 (包括通过计算机服务器) “数据” 的用户需要与《全球变化数据学报》(中英文) 编辑部签署书面协议, 获得许可; (4) 摘取“数据” 中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则, 即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%, 同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 <sup>[23]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

滩植物代表。藁草具有特殊生长周期: 9 月水退后萌生“秋草”, 生长至 12 月–次年 3 月后地上部分枯萎; 1 月后“春草”在未完全死亡的秋草旁萌生, 生长至 4 月被湖水淹没, 最终在水下休眠死亡分解<sup>[28]</sup>。上述生态机制为多种珍稀越冬水鸟提供了必需的栖息地与食物, 从而维系了该地区丰富的鸟类多样性。正因如此, 鄱阳湖湿地被誉为“白鹤王国”与“候鸟乐园”, 并确立了其作为亚洲最重要候鸟越冬地之一的生态地位。

## 3.2 野外试验

### 3.2.1 样地设置与样品准备

2017 年 1 月下旬, 在前期对湿地植被及水鸟栖息地调查的基础上, 本研究于鄱阳湖南矶山保护区的白沙湖内, 布设了 5 块固定样地 (样地间距约 50 m)。样地的甄选主要依据以下原则: 人为干扰稀少、植食性水鸟活动频繁、鸟粪痕迹密集且植被发育状况良好。所选洲滩距水线约 200 m, 其优势种为灰化藁草 (*Carex cinerascens* Kükenth.), 植被盖度为 80%–90%, 株高 40–60 cm, 地表及植株上均可见大量鸟粪。每个样地内各设置 1 个分解实验点, 共计 5 个重复。

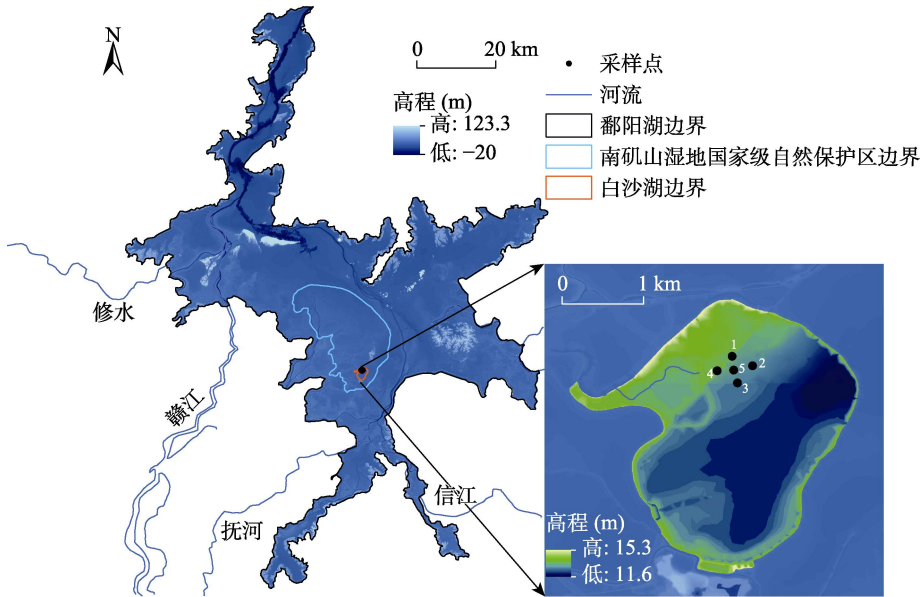


图1 样点在鄱阳湖湿地中的位置图

### 3.2.2 分解实验

采用分解袋法。分解袋为 100 目（孔径 0.15 mm）、15 cm×20 cm 白色尼龙网袋，可防止样品流失并允许微生物活动。

(1) 藁草枯落物准备：采集样地附近衰老藁草叶片，去离子水洗净，剪成 10 cm 段混匀（消除尺寸效应）。120 °C 杀青 1 h 后，60 °C 烘至恒重。

(2) 鸟粪样品准备：收集样地新鲜雁类粪便（<24 h）。60 °C 烘至恒重。

(3) 初始养分测定：取烘干样品（藁草、鸟粪各 6 重复）10.00 g 测定初始养分。

(4) 装袋处理：剩余样品按以下 3 种处理装袋：纯鸟粪（10 g），纯藁草枯落物（10 g），混合处理（藁草 5 g+鸟粪 5 g），共制备 105 个分解袋。

### 3.2.3 野外布设与采样

分解袋的布设严格遵循实验设计，在 5 个样点上各放置 7 袋，并涵盖 3 种处理。固定时，使用 PVC 管将分解袋贴近地表，以确保其不发生移位且互不干扰，同时保护了原生枯落层的完整。样品回收计划设定在布设后的第 5、15、30、60、90、120 及 150 天执行。然而，由于当年 6 月样地被洪水淹没，水文背景发生剧变，实验因此提前结束。

### 3.3 室内试验

回收分解袋经实验室清理（去除泥土、藻类等杂质）后，将混合处理样品中的藁草残留物单独分出。所有样品 60 °C 烘至恒重，称量残留干重。样品经球磨粉碎（粒径 0.06 μm）后，密封于编号聚乙烯袋待测。

木质素与纤维素的含量测定参考张广帅等<sup>[29]</sup>的研究方法。样品中全碳与全氮的含量使用元素分析仪（Vario Max CN, Elementar Analysensysteme GmbH, Germany）进行测量；而全磷含量则通过电感耦合等离子体发射光谱法（ICP-OES, Optima 5300 DV, Perkin-Elmer,

America) 完成测量。

### 3.4 数据处理与分析

样品残留率 (The remaining rate) 的计算公式如下<sup>[13]</sup>:

$$R_t = \frac{W_t}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $R_t$  代表在  $t$  时刻的残留率,  $W_t$  和  $W_0$  分别为  $t$  时刻与初始的样品质量, 单位为克 (g),  $t$  为分解时间, 单位为天 (d)。

瞬时衰减系数 (The instantaneous loss rate,  $k$ ) 采用 Olson 负指数衰减模型进行计算:

$$W_t = W_0 e^{-kt} \quad (2)$$

变形为

$$k = -\frac{1}{t} \times \ln \frac{W_t}{W_0} \quad (3)$$

式中,  $k$  表征在  $t$  时刻瞬时分解速率, 其值越大, 意味着分解速度越快。

此外, 本研究引入相对归还指数 (Relative Return Index, RRI) 以评估元素的释放或累积状态, 计算公式为:

$$RRI_t = \frac{W_0 \times C_0 - W_t \times C_t}{W_0 \times C_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中,  $C_t$  和  $C_0$  分别表示某元素在  $t$  时刻及初始时刻的浓度。为便于表述, 将全碳、全氮和全磷的相对归还指数分别记作 CRRI、NRRI 和 PRRI。当 RRI 为正值时, 表明该元素在分解过程中呈净释放状态; 反之, 当 RRI 为负值时, 则表明发生了净累积。

## 4 数据结果

### 4.1 数据集组成

数据集由样地位置信息 (.shp) 和 1 个 Excel 文件组成, Excel 文件包括 6 个 sheet, 分别命名为干物质、木质素、纤维素、全碳、全氮和全磷, 分别包含这 6 个指标在分解试验开始第 5、15、30、60、90、120、150 天 5 个重复样品的监测数据, 包括测定值、平均值和标准差。各指标详细数据情况如表 2 所示。

表 2 测定指标及其统计量

指标	计算统计量 (单位)			
干物质	残留量 (g)	残留率 (%)	瞬时衰减系数	
木质素	占干物质残留量百分比 (%)	残留量 (g)	瞬时衰减系数	残留率 (%)
纤维素	占干物质残留量百分比 (%)	残留量 (g)	瞬时衰减系数	残留率 (%)
全 碳	占干物质残留量百分比 (%)	残留量 (g)	相对归还指数 (%)	
全 氮	占干物质残留量百分比 (%)	残留量 (g)	相对归还指数 (%)	
全 磷	占干物质残留量百分比 (%)	残留量 (g)	相对归还指数 (%)	

### 4.2 数据结果

藁草和鸟粪样品木质素、纤维素、全碳、全氮和全磷的初始含量见表 3。分解过程中

表3 藁草和鸟粪样品木质素、纤维素、全碳、全氮和全磷初始含量

指标	藁草样品 (n=6)		鸟粪样品 (n=6)	
	平均值	标准差	平均值	标准差
全碳 (%)	43.080 <sup>a</sup>	0.277	36.820 <sup>b</sup>	1.308
全氮 (%)	1.150 <sup>a</sup>	0.060	1.330 <sup>b</sup>	0.072
全磷 (‰)	0.970 <sup>a</sup>	0.019	2.440 <sup>b</sup>	0.093
碳/氮	37.460 <sup>a</sup>	0.001	27.680 <sup>b</sup>	0.001
木质素 (%)	8.040 <sup>a</sup>	0.328	4.890 <sup>b</sup>	0.425
纤维素 (%)	8.760 <sup>a</sup>	0.581	7.860 <sup>b</sup>	0.682

注：均值间显著性差异采用 Tukey 真实显著性差异检验法测定。数据后不同字母表示两类样本间存在显著差异。

干物质、木质素、纤维素、全碳、全氮和全磷的动态变化特征见图 2。

如图 2a-c 所示，在 5-150 天的分解过程中，3 种样品（藁草、鸟粪、混合物中藁草）的干物质、木质素及纤维素残留率显著性差异。在整个分解阶段，混合物中藁草的干物质和木质素残留率始终最低，藁草次之，鸟粪最高。

分解 150 天时，干物质残留率指标，混合物中藁草（66.80%）<藁草（71.96%）<鸟粪（73.80%），木质素残留率，混合物中藁草（61.03%）<藁草（69.97%）<鸟粪（77.40%）。在整个分解阶段，混合物中藁草的纤维素残留率始终最低，鸟粪次之，藁草最高。分解 150 天时，纤维素残留率，混合物中藁草（44.54%）<鸟粪（50.83%）<藁草（62.53%）。

分解实验（5-150 天）的结果表明（图 2d-f），3 种样品中全碳、全氮与全磷的相对归还指数动态迥异。其中，全碳的释放强度表现为明确的等级顺序：鸟粪的归还指数最低，藁草次之，混合物中的藁草最高，此格局在整个分解阶段持续存在。分解 150 天时，全碳归还指数鸟粪（28.9%）<藁草（34.91%）<混合物中藁草（42.73%）。在整个分解阶段，藁草的全氮和全磷归还指数始终最低，混合物中藁草次之，鸟粪最高。分解到 150 天时，全氮归还指数藁草（17.96%）<混合物中藁草（53.95%）<鸟粪（61.63%），全磷归还指数藁草（5.7%）<混合物中藁草（14.65%）<鸟粪（38.48%）。

## 5 讨论和总结

本文基于 2017 年 1 月至 6 月开展的分解袋实验及鸟粪添加试验，系统分析了藁草枯落物、鸟粪、藁草-鸟粪混合物 3 类样品的分解特征。研究测定了干物质、木质素和纤维素的残留量、残留率及瞬时衰减系数；同时分析了全碳、全氮和全磷占干物质百分比、残留量及相对归还指数。本数据集可用于研究鄱阳湖湿地植食性越冬水鸟粪便与典型洲滩湿地植物枯落物分解过程中碳、氮、磷释放动态以及鸟粪添加对藁草枯落物分解过程的影响。

研究结果表明：（1）鸟粪添加显著促进藁草分解。藁草枯落物及其在混合物中的干物质、纤维素和木质素残留率与分解速率存在极显著差异。在整个分解过程中，混合物中藁草的残留率始终低于单一藁草样品，而分解速率始终高于单一藁草样品，表明鸟粪添加对藁草分解具有持续且显著的促进作用。（2）元素释放模式与归还。碳、氮、磷元素整体表现为净释放模式。混合物中藁草的碳、氮、磷归还指数显著高于单一藁草样品，表明鸟粪

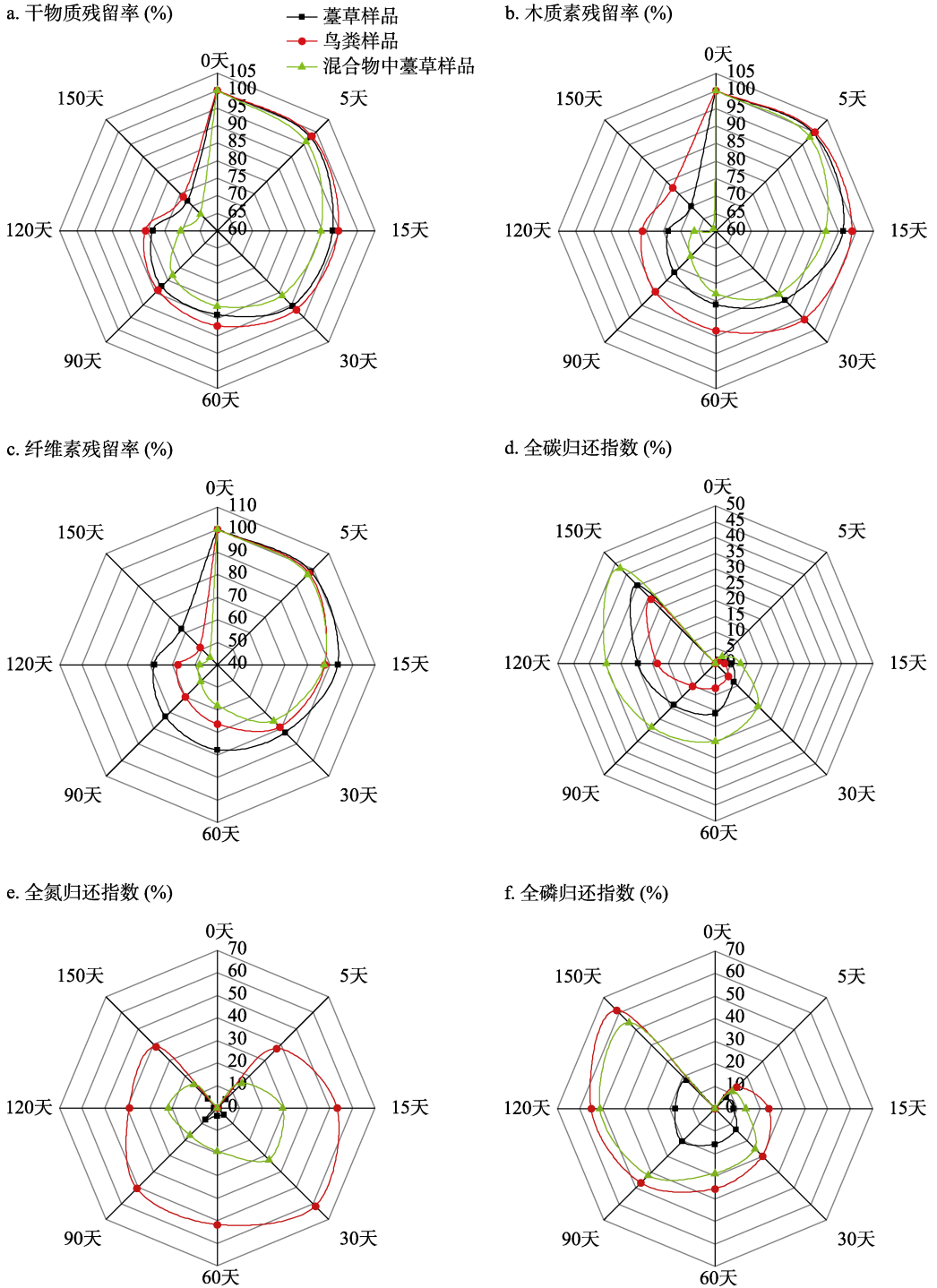


图2 三种样品分解过程中干物质、木质素、纤维素、全碳、全氮、全磷动态变化图

添加也显著促进了藁草养分元素的释放与归还。(3) 促进机制分析。鸟粪添加可能通过改变枯落物原有组分比例、提高环境中养分有效性、增强微生物定殖能力以及刺激产生胞外

降解酶等途径促进藁草枯落物中纤维素和木质素的分解<sup>[20,21]</sup>。

本数据集深化了对湿地植物枯落物分解过程的认识,有助于理解越冬水鸟在湿地枯落物分解及碳、氮、磷循环中的生态作用,为优化鄱阳湖水鸟栖息地恢复及湿地管理策略提供了科学依据和数据支持。

**作者分工:** 张全军设计和实施了野外试验,负责样品采集、室内分析和数据处理以及数据论文撰写;夏少霞和段后浪指导和协助了野外试验设计和样品采集;吴东丽指导了数据质量控制和数据论文撰写;于秀波对数据集的开发做了总体设计,指导和监督试验实施。

**利益冲突声明:** 本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

## 参考文献

- [1] Berg, B., Mcclaugherty, C. Plant Litter: Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration [M]. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2014.
- [2] Górski, A., Błońska, E., Lasota, J. Decomposition rate and property changes of deadwood across an altitudinal gradient: a case study in the Babia Góra Massif, Poland [J]. *Scientific Reports*, 2025, 15(1): 28160. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-14019-7>
- [3] Matthews, E., Fung, I. Methane emission from natural wetlands: global distribution, area, and environmental characteristics of sources [J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 1987, 1(1): 61–86.
- [4] Roehm, C. Respiration in Wetland Ecosystems [M]. New York: Oxford University Press, 2005.
- [5] Yang, T. W., Sun, J. J., Li, Y. F., *et al.* Impact of climate-induced water-table drawdown on carbon and nitrogen sequestration in a *Kobresia*-dominated peatland on the central Qinghai-Tibetan Plateau [J]. *Commun Earth Environ*, 2025, 6: 188. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02168-6>.
- [6] Xiong, S. J., Christer, N. The effects of plant litter on vegetation: a meta-analysis [J]. *Journal of Ecology*, 1999, 87(6): 984–994.
- [7] William, D., Reddy, K. Litter decomposition and nutrient dynamics in a phosphorus enriched Everglades Marsh [J]. *Biogeochemistry*, 2005, 75(2): 217.
- [8] Davis, S., Corronado-molina, C., Childers, D., *et al.* Temporally dependent C, N, and P dynamics associated with the decay of rhizophora mangle L. leaf litter in oligotrophic mangrove wetlands of the Southern Everglades [J]. *Aquatic Botany*, 2003, 75(3): 199–215.
- [9] Schwarz, W. H. The cellulosome and cellulose degradation by anaerobic bacteria [J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2001, 56(5): 634.
- [10] Berg, B., Laskowski, R. Litter fall [J]. *Advances in Ecological Research*, 2005, 38(38): 19–71.
- [11] Swift, M., Heal, O., Anderson, J. Decomposition in Terrestrial Ecosystems [M]. Oxford: Blackwell Scientific, 1979.
- [12] Pauly, M., Keegstra, K. Cell-wall carbohydrates and their modification as a resource for biofuels [J]. *The Plant Journal*, 2008, 54(4): 559–568.
- [13] 张全军, 于秀波, 胡斌华. 鄱阳湖南矶湿地植物群落分布特征研究[J]. *资源科学*, 2013, 35(1): 42–49.
- [14] Guan, L., Wen, L., Feng, D. D., *et al.* Delayed flood Recession in central Yangtze Floodplains can cause significant food shortages for wintering geese: results of inundation experiment [J]. *Environmental Management*, 2014, 54(6): 1331–1341.

- [15] 夏少霞, 刘观华, 于秀波等. 鄱阳湖越冬水鸟栖息地评价[J]. 湖泊科学, 2015, 27(4): 719–726.
- [16] 涂业苟, 俞长好, 黄晓凤等. 鄱阳湖区域越冬雁鸭类分布与数量[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(4): 760–764+771.
- [17] Manny, B., Johnson, W., Wetzel, R. Nutrient additions by waterfowl to lakes and reservoirs: predicting their effects on productivity and water quality [J]. *Hydrobiologia*, 1994, 279–280(1): 121–132.
- [18] Chaichana, R., Leah, R., Moss, B. Birds as eutrophication agents: a nutrient budget for a small lake in a protected area [J]. *Hydrobiologia*, 2010, 646(1): 111–121.
- [19] Hahn, S., Bauer, S., Klaassen, M. Quantification of allochthonous nutrient input into freshwater bodies by herbivorous waterbirds [J]. *Freshwater Biology*, 2010, 53(1): 181–193.
- [20] 张全军, 张广帅, 万松贤等. 鄱阳湖植食越冬候鸟粪便对洲滩湿地藁草枯落物分解过程及碳、氮、磷释放的影响[J]. 湖泊科学, 2019, 31(3): 814–824.
- [21] Zhang, Q. J., Zhang, G. S., Yu, X. B., *et al.* How do droppings of wintering waterbird accelerate decomposition of *Carex cinerascens* Kükenth litter in seasonal floodplain Ramsar Site? [J]. *Wetlands Ecology and Management*, 2021, 29(4): 581–597. DOI: 10.1007/s11273-021-09804-w.
- [22] 张全军, 夏少霞, 吴东丽等. 鄱阳湖植食性越冬候鸟粪便和藁草分解数据集(2017) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.09.02.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.09.02.V1>.
- [23] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. [https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05\(2017年更新\)](https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05(2017年更新)).
- [24] 刘信中, 胡斌华. 江西南矶山湿地自然保护区综合科学考察[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [25] 《鄱阳湖研究》编委会. 鄱阳湖研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988.
- [26] Wang, Y. Y., Yu, X. B., Zhang, L., *et al.* Seasonal variability in baseline  $\delta^{15}\text{N}$  and usage as a nutrient indicator in Lake Poyang, China [J]. *Journal of Freshwater Ecology*, 2013, 28(3): 365–373.
- [27] 张全军, 于秀波, 钱建鑫等. 鄱阳湖南矶湿地优势植物群落及土壤有机质和营养元素分布特征[J]. 生态学报, 2012, 32(12): 3656–3669.
- [28] 张全军, 于秀波, 张广帅. 鄱阳湖湿地3种优势植物枯落物分解过程及碳氮同位素分异特征[J]. 湖泊科学, 2023, 35(5): 1694–1704.
- [29] Zhang, G. S., Yu, X. B., Xu, J. Effects of environmental variation on stable isotope abundances during typical seasonal floodplain dry season litter decomposition [J]. *Science of the Total Environment*, 2018, 630(1): 1205–1215.