

# 荒漠草原典型植物群落枯落物生态水文功能

李学斌, 马琳, 杨新国, 宋乃平, 许冬梅, 谢应忠

宁夏大学西北退化生态系统恢复与重建教育部重点实验室, 宁夏 银川 750021

**摘要:** 在退化荒漠草原生态系统恢复过程中, 枯落物是联系植被和土壤物质循环与能量流动的重要中间环节, 且发挥着重要的生态水文功能。通过调查荒漠草原 5 种典型植物群落 (蒙古冰草群落、甘草群落、赖草群落、杂类草群落和沙蒿群落) 枯落物蓄积量、持水性能、对降雨的截留和对土壤水分蒸发的抑制作用, 分析了荒漠草原不同植被类型枯落物的生态水文功能。结果表明: 枯落物蓄积量和最大持水量均为蒙古冰草群落 > 甘草群落 > 赖草群落 > 杂类草群落 > 沙蒿群落; 5 种群落枯落物层对降雨的截留量在 3.36 ~ 5.27 mm, 截留率在 3.40% ~ 6.82%, 枯落物对降雨的截留量与降雨量呈正相关, 而降雨量与截留率呈负相关, 且枯落物对降雨的截留具有显著的季节变化规律。在不同枯落物覆盖下, 枯落物对土壤的抑制效应也存在显著差异, 0.5~2 cm 覆盖厚度比不盖枯落物土壤水分蒸发减少了 19.25% ~ 76.82%, 枯落物层减少土壤水分蒸发效应随枯落物层厚度增大而增加。枯落物的蓄积与覆盖对土壤水分的运移和蓄存产生明显的生物学作用, 已经成为荒漠草原最重要的生态过程之一。

**关键词:** 荒漠草原; 枯落物; 生态水文功能

**中图分类号:** Q948

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-5906 (2011) 05-0834-05

草原生态系统是陆地生态系统中最重要生态系统类型之一, 其功能的正常发挥对维持全球以及区域性生态平衡有着极其重要的作用<sup>[1-2]</sup>。由于人类对自然资源的不合理利用以及气候等环境条件的改变, 草原生态环境日益恶化。对于荒漠草原来说, 生态系统极其脆弱<sup>[3]</sup>。由于“先天不足”, 加之超载放牧、滥砍滥伐, 致使我国荒漠草原大面积退化、沙化和盐碱化<sup>[4-5]</sup>。近年来, 随着“退耕还林还草”和“封育禁牧”等重大生态工程的实施, 荒漠草原逐渐得到了治理和恢复, 生态环境出现逆转, 其核心是由枯落物蓄积、覆盖和转化促进的土壤水分和养分的改善<sup>[6-7]</sup>。荒漠草原枯落物层结构松散, 可有效减轻雨滴对地面的直接击溅侵蚀, 也可拦截天然降水, 使土壤水分缓慢下渗, 降低土壤水分蒸发, 提高土壤水分含量, 具有重要的水源涵养和水土保持功能<sup>[8-10]</sup>。因此, 开展荒漠草原恢复过程中枯落物生态水文效应研究, 对于退化荒漠草原生态系统恢复和土壤环境的改善及其可持续发展具有重要的理论与实践意义。

国外关于枯落物的研究开展的较早, 最初是从森林生态系统开始。Brady 等<sup>[11]</sup>于 1964 年进行了森林枯落物积累量的研究, 论述了枯落物在森林生态系统中的重要作用, 研究成果至今仍被引用。我国对枯落物的研究起步较晚, 直到 20 世纪 80 年代逐步展开, 主要以森林、典型草原枯落物的研究为主

<sup>[12-14]</sup>, 而对荒漠草原封育禁牧后植被恢复过程中枯落物输入对草地生态系统的生态水文功能还不清楚, 关于荒漠草原不同植被类型枯落物生态水文效应间的差异性研究, 报道较少。鉴于此, 本研究以宁夏中部干旱区荒漠草原为研究对象, 通过调查枯落物蓄积量动态变化特征, 分析枯落物蓄积在草地水分循环和运移过程中的作用, 辨识枯落物输入对荒漠草原的生态水文效应, 为西北退化荒漠草原生态系统恢复和治理以及可持续利用提供科学依据。

## 1 研究区概况

研究区位于宁夏盐池县高沙窝乡国家级草原资源生态监测站 (37°57'01.34" N, 107°00'44.99" E)。草地封育时间为 2005 年底。该地区属于典型中温带大陆性气候, 年平均气温 8.1 °C, 年降水量在 250~350 mm, 主要集中在 7—9 月, 约占全年降水量的 60%以上, 年蒸发量却达 2 710 mm, 冬春风沙天气较多, 年平均风速 2.8 m·s<sup>-1</sup>, 每年 5 m·s<sup>-1</sup> 以上的扬沙达 323 次, 年均无霜期为 165 d。土壤类型主要是灰钙土, 其次是风沙土和黑垆土。

植物类型主要是灌丛、沙生植被和荒漠植被, 群落中常见植物种类以旱生和中旱生类型为主。主要荒漠植被类型有沙蒿 *Artemisia desertorum* Spreng、沙芦草 *Agropyron mongolicum* Keng、赖草 *Leymus secalinus*、长芒草 *Stipa bungeana*、黄蒿 *Artemisia scoparia*、达乌里胡枝子 *Lespedeza da-*

**基金项目:** 国家重大基础研究前期研究专项 (2009CB42604; 2010CB434800); 国家自然科学基金项目 (30960268); 宁夏自然科学基金项目 (NZ1017); 宁夏大学自然科学基金项目 (NDZR10-63)

**作者简介:** 李学斌(1972年生), 男, 副教授, 博士研究生, 主要从事草地生态方面的研究。E-mail:lixuebin@nxu.edu.cn

**收稿日期:** 2011-04-26

*vurica*、蒙古冰草 *Agropyron crisatum*、甘草 *Glycyrrhiza uralensis*、老瓜头 *Cynanchum komarovii*、二裂委陵菜 *Potentilla*、川青锦鸡儿 *Caragana tibetica*、猫头刺 *Oxytropis aciphylla*、新疆猪毛菜 *Salsola sinkiangensis* A.J.Li、茵陈蒿 *Artemisia capillaries* Thunb 和盐爪爪 *Kalidiu foliatum* 等。

## 2 实验设计与研究方法

### 2.1 实验设计

实验选取蒙古冰草群落、甘草群落、赖草群落、杂类草群落和沙蒿群落 5 种荒漠草原典型群落:(见表 1)。根据群落优势种生态位宽度,5 种群落基本能够体现荒漠草原封育禁牧后群落自然恢复与演替序列<sup>[15]</sup>。为了降低空间异质性,样地间距尽可能减少,最近的相距 300 m, 最远相距 3 km。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 枯落物持水量及持水率测定

实验于 2010 年调查枯落物蓄积动态,随机布设面积 1 m<sup>2</sup> 的样方 5 个,收集样方内全部枯枝落叶,带回实验室 65 °C 烘箱烘干至恒质量,称量枯落物的干质量,计算其自然含水量和自然持水速率。将上述烘干处理的枯落物,分别选择外观较为整洁的枯枝落叶 20 g, 装入尼龙网袋中,每种 5 个重复,采用室内浸泡法测定枯落物的持水量,本文以枯落物充分浸泡 24 h 的持水量为最大持水量,并计算出枯落物最大持水率。

#### 2.2.2 枯落物对降雨的截留作用

为了确保实验的准确性,试验采用野外原位实验。在每个样地内各放置 5 个盛有原状枯落物的 50 cm×50 cm×50 cm 的透水框(筐内枯落物均匀放置,厚度为 2 cm),降雨前后分别称量,计算降水前后之差,即为截留降雨量;截留降雨量与该次降雨的降雨量(通过草地观测站内的自动气象站获得)之比即为截留率。

#### 2.2.3 抑制土壤水分蒸发作用

采用 PVC 管于野外取原状土装入塑料桶内(约占桶体积的 2/3),清理表层枯落物,调节土壤含水量至田间持水量、3/4 田间持水量、1/2 田间持水量,然后用不同厚度(0、0.5、1.0 和 2.0 cm)的枯落物覆盖。每处理 5 次重复。每日称质量,然后加水到

设计水平。每日的失水质量即为当日的蒸发量,得出不同土壤含水量、不同厚度枯落物覆盖情况下土壤水分蒸发量比无枯落物覆盖的蒸发量减少的百分比。

## 3 结果与分析

### 3.1 枯落物蓄积量

根据表 2 的调查结果,荒漠草原不同植物群落枯落物蓄积量在 50.8~396.2 g·m<sup>-2</sup> 之间,5 种荒漠草原典型植物群落枯落物的蓄积量存在显著差异。其中,蒙古冰草群落枯落物蓄积量最大,在 201.5~396.2 g·m<sup>-2</sup> 之间,平均为 294.4 g·m<sup>-2</sup>;沙蒿群落枯落物蓄积量最小,在 50.8~152.2 g·m<sup>-2</sup> 之间,平均为 93.7 g·m<sup>-2</sup>。枯落物蓄积量高低与群落类型和生产力高低有着直接联系。群落光合效率越高,固定的有机物就越多,相应形成的枯落物也越多。5 种群落的地上生物量为蒙古冰草群落>甘草群落>赖草群落>杂类草群落>沙蒿群落,与枯落物蓄积量

表 2 荒漠草原典型植物群落枯落物蓄积量<sup>1)</sup>

Table 2 Litter accumulation amount of desert steppe in typical plants communities (mean±SD)

| 月份  | 蓄积量/(g·m <sup>-2</sup> ) |            |            |            |            |
|-----|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
|     | A                        | B          | C          | D          | E          |
| 5   | 369.3±31.2               | 312.2±28.9 | 275.3±22.1 | 223.7±16.9 | 139.6±16.6 |
| 6   | 312.8±46.6               | 271.1±41.5 | 241.2±36.6 | 186.5±23.8 | 86.6±19.2  |
| 7   | 266.7±23.9               | 220.3±36.7 | 201.7±14.9 | 153.8±21.1 | 73.3±13.2  |
| 8   | 201.5±33.3               | 150.9±22.8 | 143.3±21.6 | 90.2±15.5  | 50.8±11.8  |
| 9   | 219.8±38.3               | 172.7±26.3 | 168.7±30.2 | 127.7±20.6 | 59.6±16.3  |
| 10  | 396.2±26.3               | 339.9±19.5 | 291.1±29.8 | 246.6±39.7 | 152.2±21.5 |
| 平均值 | 294.4±33.3               | 244.5±29.2 | 220.2±25.8 | 171.4±22.9 | 93.7±16.4  |

1) A: 蒙古冰草 *Agropyron crisatum* 群落; B: 甘草 *Glycyrrhiza uralensis* 群落; C: 赖草 *Leymus secalinus* 群落; D: 杂类草群落; E: 沙蒿 *Artemisia desertorum Spreng* 群落

变化是一致的。

荒漠草原枯落物蓄积量随季节变化发生明显波动,这与枯落物的发生周期、降雨和不同季节枯落物腐烂的分解速率有着密切联系。4-5 月份,植被刚刚返青,且由于冬季降雪和上年末降雨的蓄存,植被生长迅速,枯死量变化微小;6-7 月份,由于干旱少雨,植物生长受到抑制,为了减少蒸腾作用,植物水分代谢减弱,部分老叶开始脱落,且随着地温

表 1 调查样地的基本情况

Table 1 The condition of five plots

| 样地类型   | 盖度/%  | 高度/cm | 鲜生物量/(g·m <sup>-2</sup> ) | 伴生种  |
|--------|-------|-------|---------------------------|--|
| 蒙古冰草群落 | 36.67 | 70.11 | 245.35                    | 银灰旋花 <i>Convolvulus ammannii</i> 、刺叶柄棘 <i>Oxytropis aciphylla</i> Ledeb、胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i> 、砂珍棘豆 <i>Oxytropis racemosa</i> 、白草 <i>Pennisetum centrasiatricum</i> |
| 甘草群落   | 41.66 | 38.89 | 156.25                    | 胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i> 、老瓜头 <i>Cynanchum komarovii</i> 、二裂委陵菜 <i>Potentilla</i>  |
| 赖草群落   | 64.33 | 49.78 | 117.92                    | 甘草 <i>Glycyrrhiza uralensis</i> 、铁杆蒿 <i>Artemisia sacrorum</i> Ledeb   |
| 沙蒿群落   | 51.67 | 46.33 | 76.95                     | 白草 <i>Pennisetum centrasiatricum</i> 、细叶山苦荬 <i>Ixeris chinebsis</i> 、黑蒿 <i>Artemisia palustris</i>   |
| 杂类草群落  | 31.18 | 68.32 | 98.72                     | -  |

的升高,土壤微生物活动加剧,枯落物分解速率加快,致使枯落物蓄存量明显减少,减少量大于脱落量,使枯落物蓄积量整体呈减少趋势;8-9月份,由于雨季的来临,植物生长呈现一个大的增高,但由于受到自身发育节律影响,进而又进入到生长末期,枯死速率加快,枯落物量急剧增加,因此枯落物出现先降低又突然升高的转折性变化。到了10月,荒漠草原植被基本枯落,枯落量达到最大值。

### 3.2 枯落物的持水性能

枯落物的持水能力是指枯落物层的含水量占自身干质量的百分比。当含水量达到饱和时称最大持水量。荒漠草原枯落物层疏松多孔,水分可以充满孔隙并依靠表面张力维持在凋落物层中,具有较强的持水能力。研究结果(表3)表明:枯落物层最大持水量与枯落物自身组成、结构、蓄积量有关。不同植物群落最大持水率存在显著差异,蒙古冰草群落持水量最大为 $12.4 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,最大持水率为35.5%;沙蒿群落持水量最大为 $5.5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ,最大持水率为13.7%。荒漠草原5种典型群落最大持水量依次为蒙古冰草群落>甘草群落>赖草群落>杂类草群落>沙蒿群落。

### 3.3 枯落物对降雨的截留作用

枯落物层对降水的截留作用一般分为截留阶段、渗透阶段和饱和阶段。降水初期,穿透降水全部被枯落层截留;随后枯落层出现渗透水,截留量逐渐减少;随着枯落层对水分的吸收,穿透降水量和枯落层的渗透量趋于一致,即达到饱和阶段,枯落物层截留蓄水量达最大值。

通过对5种荒漠草原典型植物群落枯落物层截留量的测定结果表明(表4):枯落物层的年截留率(5-10月)在3.40%~6.82%,截留量为3.36~5.27 mm。5种植物群落年截留量依次为蒙古冰草群落>甘草群落>赖草群落>杂类草群落>沙蒿群落。说明蒙古冰草群落对降雨的截留作用最好。

枯落物对降水的截留量与降水量呈正相关,而降水量与截留率呈负相关,且枯落物对降水的截留具有显著的季节变化规律。在干旱的4-7月份,由于降雨量较少,蒸发量较大,因此枯落物的截留量也相对较少,但截留率却较高。这是因为对于宁夏中部干旱带来说,这一时期降雨强度较小,枯落物相对较为干燥,对降水的截留效果较好。雨季主要集中在8-9月份,随着降水的增加,枯落物的截留量也随之增加,相反截留率较小。

### 3.4 枯落物抑制土壤蒸发效应

研究结果(表5)表明:以无枯落物覆盖的土壤为对照,在土壤含水量相同的情况下,荒漠草原枯落物层抑制土壤蒸发的效应与枯落物层厚度的增加呈正相关。随着枯落物层的厚度增加,枯落物层抑制土壤蒸发的效应越大。这是由于土壤表面覆盖枯落物后,阻碍了土壤表面蒸发水分与大气水汽的直接交换,以及折射、反射和吸收的太阳能的增加,蒸发动力变小,土壤蒸发量减少;同时,随着枯落物厚度增加,水分子在其中运移的距离增大,蒸发阻力变大,蒸发量也随之减小。在相同枯落物覆盖厚度的情况下,土壤含水量与蒸发量也呈正相关。这是因为随着土壤水分的增加,土壤中各孔隙

表3 荒漠草原5种典型植物群落枯落物持水性能<sup>1)</sup>

Table 3 Water retaining capacity of litter from five typical plant communities in desert steppe

| 最大持水量/( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) |            |            |            |            | 最大持水率/%    |            |            |            |            |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| A                                      | B          | C          | D          | E          | A          | B          | C          | D          | E          |
| 933.8±14.2                             | 737.2±13.7 | 655.9±11.2 | 480.9±11.2 | 229.8±10.1 | 317.2±10.2 | 301.5±10.3 | 297.9±11.2 | 280.6±11.2 | 245.3±12.2 |

1) A: 蒙古冰草 *Agropyron cristatum* 群落; B: 甘草 *Glycyrrhiza uralensis* 群落; C: 赖草 *Leymus secalinus* 群落; D: 杂类草群落; E: 沙蒿 *Artemisia desertorum* Spreng 群落

表4 荒漠草原5种典型植物群落枯落物层对降雨的截留率<sup>1)</sup>

Table 4 Retaining rate on rainfall of litter from five typical plant communities in desert steppe

| 月份  | 截留率/%  |        |       |        |        |       |        |        |       |        |        |       |        |        |       |
|-----|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
|     | A      |        |       | B      |        |       | C      |        |       | D      |        |       | E      |        |       |
|     | 降雨量/mm | 截留量/mm | 截留率/% | 降雨量/mm | 截留量/mm | 截留率/% | 降雨量/mm | 截留量/mm | 截留率/% | 降雨量/mm | 截留量/mm | 截留率/% | 降雨量/mm | 截留量/mm | 截留率/% |
| 5   | 50.55  | 5.02   | 5.01  | 50.55  | 4.96   | 4.96  | 50.55  | 4.48   | 4.46  | 50.55  | 4.25   | 4.24  | 50.55  | 4.16   | 4.16  |
| 6   | 23.37  | 4.16   | 6.82  | 23.37  | 4.04   | 6.12  | 23.37  | 3.64   | 5.52  | 23.37  | 3.46   | 5.25  | 23.37  | 3.38   | 5.14  |
| 7   | 30.73  | 4.19   | 6.42  | 30.73  | 4.06   | 6.25  | 30.73  | 3.59   | 5.98  | 30.73  | 3.43   | 5.69  | 30.73  | 3.36   | 5.58  |
| 8   | 67.37  | 5.27   | 4.18  | 67.37  | 5.11   | 4.06  | 67.37  | 4.59   | 3.65  | 67.37  | 4.36   | 3.47  | 67.37  | 4.27   | 3.40  |
| 9   | 58.21  | 5.11   | 4.77  | 58.21  | 4.96   | 4.64  | 58.21  | 4.53   | 4.24  | 58.21  | 4.32   | 4.04  | 58.21  | 4.23   | 3.96  |
| 10  | 30.13  | 4.12   | 6.44  | 30.13  | 4.00   | 6.25  | 30.13  | 3.62   | 5.65  | 30.13  | 3.44   | 5.37  | 30.13  | 3.37   | 5.26  |
| 平均值 |        |        | 5.61  |        |        | 5.38  |        |        | 4.92  |        |        | 4.68  |        |        | 4.58  |

1) A: 蒙古冰草 *Agropyron cristatum* 群落; B: 甘草 *Glycyrrhiza uralensis* 群落; C: 赖草 *Leymus secalinus* 群落; D: 杂类草群落; E: 沙蒿 *Artemisia desertorum* Spreng 群落

表 5 荒漠草原 5 种典型植物群落枯落物层对土壤水分蒸发的影响<sup>1)</sup>  
Table 5 Effect of litter from five typical plant communities on soil evaporation in desert steppe

| 枯落物<br>层厚度<br>/cm | 植物群落 | 比无枯落物覆盖条件下土壤水分蒸发量减少的<br>百分比/% |           |       |
|-------------------|------|-------------------------------|-----------|-------|
|                   |      | 1/2 田间持水量                     | 3/4 田间持水量 | 田间持水量 |
| 0.5               | A    | 20.52                         | 37.14     | 42.65 |
|                   | B    | 19.25                         | 33.21     | 46.58 |
|                   | C    | 28.50                         | 40.73     | 49.55 |
|                   | D    | 33.32                         | 41.88     | 52.23 |
|                   | E    | 39.22                         | 50.30     | 58.94 |
| 1                 | A    | 28.13                         | 43.53     | 51.19 |
|                   | B    | 22.66                         | 40.01     | 49.14 |
|                   | C    | 35.87                         | 46.72     | 56.23 |
|                   | D    | 36.71                         | 42.14     | 60.07 |
|                   | E    | 51.8                          | 61.3      | 67.29 |
| 2                 | A    | 32.51                         | 44.45     | 52.81 |
|                   | B    | 23.41                         | 42.85     | 49.88 |
|                   | C    | 37.81                         | 49.65     | 57.83 |
|                   | D    | 37.22                         | 43.33     | 66.76 |
|                   | E    | 53.06                         | 65.17     | 76.82 |

1) A: 蒙古冰草 *Agropyron cristatum* 群落; B: 甘草 *Glycyrrhiza uralensis* 群落; C: 赖草 *Leymus secalinus* 群落; D: 杂类草群落; E: 沙蒿 *Artemisia desertorum* Spreng 群落

充水, 其表面蒸发后水分的补偿速度加快, 所以蒸发量就随之加大。

在四个不同处理(0、0.5、1 和 2 cm 枯落物覆盖)情况下, 有枯落物层比无枯落物层覆盖的土壤蒸发量减少了 19.25%~76.82%。5 种不同植物群落枯落物间比较发现, 当土壤含水量为田间持水量的 1/2 时, 在相同厚度的枯落物覆盖处理下, 5 种枯落物减少土壤水分蒸发的效应没有显著差异, 说明在土壤含水量严重亏缺时, 枯落物减少水分蒸发效应与枯落物厚度有关, 而与枯落物种类的关系不是很大。但当土壤含水量升高为田间持水量的 3/4 和田间持水量时, 不同植物群落枯落物减少土壤水分蒸发的效应就不同了, 其中沙蒿群落枯落物减少水分蒸发效应最优, 这可能是由于沙蒿群落的枯落物相对比较细小、柔软, 能较致密地覆盖在土壤表面, 因此减少土壤水分蒸发作用更强。

#### 4 结论与讨论

草地生态系统与森林生态系统不同, 植物枯死后, 并不立即全部落到地面, 枯落物层只包含部分当年死亡组织的脱落物, 大部分以立枯体的形式存在, 这些立枯体要经过一段时间后才能倒伏到地面。因此, 草地枯落物层水土保持生态功能的发挥取决于它的数量和质量。退耕还林还草和封育禁牧已在宁夏实施了 8 年(一个周期), 封育禁牧使得荒漠草原枯落物不断蓄积, 枯落物的覆盖、分解和转化已经成为退耕还林还草、封育禁牧后荒漠草原

生态系统最为关键的生态过程之一。

本研究表明荒漠草原不同植物群落枯落物年蓄积量为 50.8~396.2 g·m<sup>-2</sup>, 低于施爽、刘忠宽、张建利<sup>[11-12,8]</sup>等研究的东北松嫩羊草草地、内蒙古温带典型草原和西南山地草地枯落物蓄积量, 其中, 蒙古冰草群落枯落物蓄积量最大, 沙蒿群落枯落物蓄积量最小, 且枯落物蓄积量随季节变化发生明显波动。荒漠草原枯落物最大持水量为 12.4 g·m<sup>-2</sup>, 与典型草原也存在一定差异, 这与枯落物的组成、分解程度及外界环境有关。

不同植物群落最大持水率存在显著差异, 5 种典型群落最大持水量依次为蒙古冰草群落 > 甘草群落 > 赖草群落 > 杂类草群落 > 沙蒿群落。枯落物层截留作用是枯落物层生态水文效应的一个重要方面。本研究截留量的测定结果表明, 荒漠草原枯落物层对降雨的截留率在 3.40%~6.82%, 截留量为 3.36~5.27 mm, 与东北羊草地和西南山地相似, 且枯落物对降雨截留与降雨量呈正相关, 而降水量与截留率呈负相关, 且枯落物对降水的截留具有显著的季节变化规律。5 种植物群落年截留量依次为蒙古冰草群落 > 甘草群落 > 赖草群落 > 杂类草群落 > 沙蒿群落。说明蒙古冰草群落对降雨的截留作用最好。

在不同厚度(0、0.5、1 和 2 cm)枯落物覆盖情况下, 有枯落物层比无枯落物层减少了土壤蒸发量。对不同植物群落枯落物间比较发现, 当土壤含水量为田间持水量的 1/2 时, 在相同厚度的枯落物覆盖处理下, 5 种枯落物减少土壤水分蒸发的效应没有显著差异, 但当土壤含水量升高为田间持水量的 3/4 和田间持水量时, 不同植物群落枯落物减少土壤水分蒸发的效应不同, 其中沙蒿群落枯落物减少水分蒸发效应最优。枯落物的蓄积影响和改变了土壤水分的蓄积与运移。荒漠草原枯落物对土壤水分的抑制作用明显高于典型草原和西南山地草地。枯落物的蓄积阻碍了土壤表面水分与大气水汽的直接交换, 加大了太阳光的折射、反射, 降低了蒸发动力, 减少了土壤蒸发量; 同时, 随着枯落物厚度增加, 水分子在其中运移的距离增大, 蒸发阻力变大, 蒸发量也随之减小。在相同枯落物覆盖厚度的情况下, 土壤含水量与蒸发量呈正相关。这是因为随着土壤水分的增加, 土壤中各孔隙充水, 其表面蒸发后水分的补偿速度加快, 所以蒸发量就随之加大。

#### 参考文献:

- [1] 杜茜, 马琨. 宁夏荒漠草原恢复演替过程中物种多样性与生产力的变化[J]. 生态环境, 2007, 16(4):1225-1228.  
DU Qian, MA Kun. Changes of the species diversity and productivity of desert steppe in restoration succession in Ningxia[J]. Ecology and Environment, 2007, 16(4): 1225-1222.
- [2] 李建平, 赵江洪, 张柏. 松嫩平原草地时空动态与景观空间格局变

- 化研究[J]. 中国草地学报, 2006, 28(2):7-11.  
LI Jianping, ZHAO Jianghong, ZHANG Bai. Research on spatial-temporal dynamics and landscape pattern change of grassland in Songnen Plain[J]. Chinese Journal of Grassland, 2006, 28(2):7-11.
- [3] 李学斌, 马林, 谢应忠, 等. 草地凋落物分解研究进展及展望[J]. 生态环境学报, 2010, 19(9):2260-2264.  
LI Xuebin, MA Lin, XIE Yingzhong, et al. Research progress and the prospect of grassland litters decomposition[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2010, 19(9):2260-2264.
- [4] 赵有益, 龙瑞军, 任继周. 草地生态系统安全及其评价研究[J]. 草业学报, 2008, 17(2):143-150.  
ZHAO Youyi, LONG Ruijun, REN Jizhou. Study on pastoral ecosystem security and its assessment[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2008, 17(2):143-150.
- [5] 马忠玉, 宋乃平, 郭颖. 中国退耕还林政策评估研究[J]. 宁夏社会科学, 2006, 137(4):61-65.  
MA Zhongyu, SONG Naiping, GUO Ying. Evaluating research on the Chinese policy of reverting cultivated land to forests[J]. Social Sciences in Ningxia, 2006, 137(4):61-65.
- [6] 林波, 刘庆, 吴彦, 等. 森林凋落物研究进展[J]. 生态学杂志, 2004, 23(1): 60-64.  
LIN Bo, LIU Qing, WU Yan, et al. Advances in the studies of forest litter[J]. Chinese Journal of Ecology, 2004, 23(1): 60-64.
- [7] 刘广全, 王浩, 康大庸, 等. 黄河流域秦岭主要林分凋落物的水文生态功能[J]. 自然资源学报, 2002, 17(1): 55-62.  
LIU Guangquan, WANG Hao, QIN Dayong, et al. Hydrological and ecological functions of litter layers for main forest types in Qinling Mts of Yellow River[J]. Journal of Natural Resources, 2002, 17(1): 55-62.
- [8] 覃勇荣, 曾艳兰, 蒋光敏, 等. 不同植被恢复模式凋落物水分涵养能力比较研究: 以桂西北喀斯特石漠化地区为例[J]. 中国农学通报, 2008, 24(10):179-184.  
QIN Yongrong, ZENG Yanlan, JIANG Guangmin, et al. Comparison study on the moisture content ability of different vegetation litterfall: a case study in Karst rocky desertification region, northwest of Guangxi[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(10):179-184.
- [9] BRAY J R, GORHAM E. Litter production in forest of the world[J]. Advanc Ecol Res, 1964 (2): 101-158.
- [10] 刘忠宽, 韩建国, 陈佐忠. 内蒙古温带典型草原植物凋落物和根系的分解及养分动态的研究[J]. 草业学报, 2005, 14(1):24-30.  
LIU Zhongkuan, HAN Jianguo, CHEN Zuozhong. Decomposition and nutrients dynamics of plant litter and roots in Inner Mongolia steppe[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2005, 14(1):24-30.
- [11] 程积民, 万惠娥, 胡相明. 半干旱区封禁草地凋落物的积累与分解[J]. 生态学报, 2006, 26(4):1207-1212.  
CHENG Jimin, WAN Huie, HU Xiangming. Accumulation and decomposition of litter in the semiarid enclosed grassland[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(4):1207-1212.
- [12] 王鹏程, 肖文发, 张守. 三峡库区森林植被林地枯落物现存量及其持水能力[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(4):41-47.  
WANG Pengcheng, XIAO Wenfa, ZHANG Shou. Amount and water holding capacity of forest litter in Three Gorges Reservoir area[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2008, 6(4):41-47.
- [13] 沈彦, 张克斌, 杜林峰. 人工封育区植物群落恢复演替系列种群生态位动态特征: 以宁夏盐池为例[J]. 生态环境, 2007, 16(4): 1229-1234.  
SHEN Yan, ZHANG Kebin, DU Linfeng. Niche dynamics of main populations of plant communities in restoring succession process in enclosure region: A case study of Yanchi county, Ningxia[J]. Ecology and Environment, 2007, 16(4): 1229-1234.
- [14] 曹成有, 朱丽晖, 韩春声. 辽宁东部山区森林枯落物层的水文作用[J]. 沈阳农业大学学报, 1997, 28(1): 44-48.  
CAO Chengyou, ZHU Lihui, HAN Chunsheng. Hydrologic characteristics of forest litter in the eastern mountainous areas of Liaoning Province[J]. Journal of Sheng Yang Agricultural University, 1997, 28(1): 44-48.
- [15] 施爽, 郭继勋. 松嫩草原三种主要植物群落枯落物层生态水文功能[J]. 应用生态学报, 2007, 18(8): 1722-1726.  
SHI Shuang, GUO Jixun. Ecohydrological functions of litter in three main plant communities on Songnen grassland[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18(8): 1722-1726.
- [16] 张建利, 张文, 毕玉芬. 山地草地凋落物分解与持水力的研究[J]. 草业科学, 2008, 25(3):108-110.  
ZHANG Jianli, ZHANG Wen, BI Yufen. The litter decomposition and maximum water holding rate in mountain grassland[J]. Prataculturae Sinica, 2008, 25(3):108-110.

## Ecohydrology function of representative plant community litter in desert steppe

LI Xuebin, MA Lin, YANG Xinguo, SONG Naiping, XU Dongmei, XIE Yingzhong

Key Lab for Restoration and Reconstruction of Degraded Ecosystem in Northwest China of Ministry of Education,  
Ningxia University, Yinchuan 750021, China

**Abstract:** During the recovery of degraded desert steppe ecosystem, litter becomes the important intermediate link between the vegetation and soil circulation of materials and Energy Flow, and it has important effect of ecohydrology. The paper analyses hydrological functions of litter of the different vegetation types in desert steppe under the enclosed conditions through investigating five typical plant community in desert steppe (*Agropyron mongolicum*, licorice community, leymus communities, forbs communities and *Artemisia* communities) and the factors including volume of litter, performance of holding water, interception of precipitation, restraining evaporation of water. The result shows that: the volume of litter and the maximum water-holding capacity are according to the order of *Agropyron mongolicum* > licorice community > leymus communities > forbs *Artemisia* communities > *Artemisia* communities. In these five communities, interception of precipitation is in 3.36 ~ 5.27 mm, the rating of interception is 3.40% ~ 6.82%. The interception of precipitation and precipitation is positive correlation to litter and the correlation between precipitation and the rating of interception is negative. Litter's interception of precipitation varies with the season. Under the different litters, depression effect to the function of soil has important variation. The litter is 0.5~2 cm cladding thickness, which will reduce the evaporation during 19.25% ~ 76.82%, and the effect of reducing the evaporation by the litters' thickness to gradually bigger. Accumulation and overlay of litter has an obvious biological effect on soil moisture migration and storage, So it has been one of the most important ecological processes in enclosed desert steppe.

**Key words:** desert steppe; litter; ecohydrology function