

陕西关中湿沉降输入农田生态系统中的氮素^{*}

李世清 李生秀

(西北农业大学资源与环境科学系, 陕西杨陵 $\Delta xyxaa$)

摘 要 在陕西关中杨陵、乾县枣子沟和澄城县杨家陇 z 个试验点多年收集了降水(即湿沉降),并对其中的矿质进行了测定。结果表明,湿沉降年输入农田生态系统的氮素 $\Gamma uyE \sim y\Gamma u\Gamma y \omega v \varphi_1^{-y}$,平均 $p x\Gamma u\epsilon \pm Euxp \omega v \varphi_1^{-y}$,其中以铵态氮为主,占 $ITu\epsilon \% \sim EEuB\%$ 平均 $p Euxuy \pm EudBp \%$;硝态氮占 $xxuB\% \sim zzu\Delta \%$,平均 $p xZuE \pm EudBp \%$ 。湿沉降输入的氮素,不仅在收集地点间有明显的分异性,而且在年际和年内也有很大的变异性,氮肥用量和降水的不一致是直接产生这些变异性的主要原因。

关键词 湿沉降 农田生态系统 氮素

湿沉降(即降水)向土壤输入的硝态氮和铵态氮是补偿农田生态系统氮素损失的重要途径之一 ^{$\theta x\kappa$} 。硝态氮主要来自于石油和生物体的燃烧 ^{$\theta y\kappa$} ,除此之外,还有大气本身,如雷阵雨中放电产生的巨大能量,会促使空气中的氮素氧化变成硝酸 ^{$\theta z\kappa$} ;铵态氮主要来自于农业活动,如土壤和家畜粪便中氨态氮的挥发 ^{θAk} 和含氮有机物的燃烧 ^{$\theta z\kappa$} 。从全球范围估计 ^{$\theta x\kappa$} ,湿沉降带入地球表面的氮素为 $Bu \sim xAv$ 万 $s v$ 年 $s \omega \pi \chi^2_{17} u^{832} \theta B\kappa$ 估计 $xZET$ 年湿沉降输入英国的氮素为 $\Delta uB \omega v \varphi_1^{-y}$,欧洲中部和海拔低的国家为 $xE \sim y y \omega v \varphi_1^{-y}$,四周大多数国家为 $xw \sim xz \omega v \varphi_1^{-y}$,西班牙和地中海东部国家为 $B \sim \Gamma \omega v \varphi_1^{-y}$,斯堪的纳维亚半岛(除丹麦外)为 $y \sim A \omega v \varphi_1^{-y}$ 。 $\Phi \xi^6_{14} \xi^1_{17} \theta \Gamma \kappa$ 估计,在干旱旱气候条件下,每年随降水沉降的氮素平均为 $B \omega v \varphi_1^{-y}$ 。我国从 $xZEy$ — $xZEB$ 年连续 z 年在南方 Γ 省 xw 个点进行的观察表明 ^{$\theta \Delta \kappa$} ,由湿沉降年输入的氮素 $x\Gamma uB \sim zAuZB \omega v \varphi_1^{-y}$ 。湿沉降氮素中以 $\vartheta \Phi_A^r t \vartheta$ 为主,占总氮的 yvz 。黄土旱塬地区乾县试验点的部分试验结果表明 ^{$\theta E\kappa$} ,年输入的氮素为

$xAu\epsilon \sim yZu\Delta \omega v \varphi_1^{-y}$,其中 $\vartheta \Phi_A^r t \vartheta$ 占 $\Delta x uZ \%\sim EEuA \%$ 。

为了更系统、深入地揭示陕西关中湿沉降向农田生态系统输入氮素的数量、形态、年际变化和年内分异规律,我们用杨陵试验站、乾县试验基地和澄城县试验基地的测定结果,进行报道。

x 湿沉降的收集和分析方法

xu 湿沉降收集地区概况

湿沉降收集安排在澄城县西北农业大学杨家陇试验基地、西北农业大学乾县枣子沟试验基地和杨陵西北农业大学水利灌溉试验站 z 个地点。

澄城县杨家陇试验基地位于渭北旱塬二级黄土台塬,地势平坦,海拔 $Euxw_1$,年均气温 $xxuA \sim xxuZ ^\circ Cs \geq xw ^\circ C$ 的活动积温 $\Delta yB ^\circ C$,无霜期 $yux \rho$,年降水量 $ABu \sim Bxx_1$,主要

^{*} 国家自然科学基金($zZ\Delta uAyB$)资助项目,是作者在兰州大学干旱农业生态国家重点实验室进行博士后研究工作的一部分。

收稿日期 $HxZZE \sim xx \sim uZ$

分布在 Δ 、 E 、 Z 三个月, 占全年降水量的 $BB\% \sim \Gamma w\%$ 。春季多风, 冬春连旱, 年均蒸发量 $x B \Delta B u y^{111}$, 属半湿润易旱地区^{[9]28}。

主要冬播作物为小麦, 春播作物为玉米。附近无工厂, 离城市最远。

乾县枣子沟试验基地位于乾县西北部台塬地区, 平均海拔 $\Gamma z \Gamma^{11}$, 属温带半干旱气候区, 多年平均降水量 $B E A u y^{111}$, 丰水年达 $E \Delta \Gamma u \Delta^{111}$, 早年仅 $y E x i Z^{111}$ 。降雨集中在 $\Delta E Z$ 三个月, 占全年总降水量的 $B z\%$ 。年蒸发量 $x z y w^{111}$ 左右, 年均气温 $x w i Z^{\circ} C$, 无霜期 $y x w \rho$, $\geq x w^{\circ} C$ 活动积温 $z \Delta T^{\circ} C$ 。主要冬播作物为小麦, 春播作物为玉米、高粱; 夏播作物为谷子、糜子。附近无工厂, 离城市较远, 具有典型的渭北旱塬农业生态条件^{[10]28}。

杨陵水利灌溉试验站地处黄土高原南部旱作区, 海拔 $B y w^{11}$ 左右, 年均降水量 $\Gamma z y^{111}$, 分布不均, 主要集中在 Δ 、 E 、 Z 三个月, 冬春易旱, 年均气温 $x y i Z^{\circ} C$, 年蒸发量 $x A a w^{111}$, 属半湿润易旱地区^{[11]28}。作物轮作方式主要为冬小麦—夏玉米。试验站离西安、宝鸡和咸阳均较近, 周围农民施肥量较其它试验基地附近高。

z 个试验点土壤均为石灰性土壤, $i \Phi$ 在 $\Delta i B \sim E u w$ 之间; 所用氮肥品种主要为碳酸氢铵和尿素, 易造成氨的挥发损失^{[12]28}。

x i y 湿沉降的收集及测定方法

湿沉降由各试验基地或试验站气象站收集。每次降水后, 计量降水量并充分混匀, 取部分水样用连续流动分析仪测定其 $\partial \Phi_A^r t \partial^{\theta x \kappa}$ 、 $\partial \phi_z^r t \partial^{\theta x A \kappa}$ 含量。

乾县枣子沟试验从 $x Z Z w$ 年 x 月至 $x Z Z y$ 年 $x y$ 月, 进行 z 年; 澄城县杨家院试验从 $x Z Z y$ 年 B 月至 $x Z Z A$ 年 B 月, 进行 y 年; 杨陵水利灌溉试验站从 $x Z Z A$ 年 x 月至 $x Z Z A$ 年 $x y$ 月, 进行 x 年。

y 结果与讨论

逐月累计降水量、铵态氮、硝态氮加权平

均浓度及输入总氮量见表 $x y z$ 。

y i w 湿沉降带入农田生态系统氮素的年际和年内变异性

测定表明, 每年湿沉降输入农田生态系统中的氮素有较大变异性(表 A)。乾县试区, $x Z Z w$ 年为 $z w u u \Delta w v \varphi^{1 y}$, $x Z Z x$ 年为 $x B i B Z w v \varphi^{1 y}$, $x Z Z y$ 年为 $x Z i w y w v \varphi^{1 y}$; 澄城县试区, 第 x 年($x Z Z y$ 年 B 月— $x Z Z z$ 年 A 月)为 $\Delta i E Z w v \varphi^{1 y}$, 第 y 年($x Z Z z$ 年 B 月至 $x Z Z A$ 年 A 月)为 $E i \Gamma w w v \varphi^{1 y}$; 在年内以 $\Gamma-x w$ 月 B 个月的输入量较高, 平均看, 这 B 个月输入的氮素占全年氮素输入量的 $\Gamma Z i B\%$ 。年际差异似乎主要取决于降水量 H 降水量高, 输入的氮素多。年内的变异似乎主要取决于施肥和降雨的多少 $H \Gamma$ 月份正是当地群众收麦前给早秋作物追施氮肥时期, Δ 、 E 两月是当地群众给晚秋作物(糜、谷)追施氮肥时期, Z 、 $x w$ 月份又是播种小麦的高峰时期。这 B 个月, 施肥量较大, 温度又较高, 施用的氮肥又多, 易挥发的碳酸氢铵, 有着较多的挥发源, 进入大气的氨态氮也较多。同时, 这一时期又是该地区降雨最多的时期, 而降雨是把大气中的氨态氮直接带入农田生态系统的载体。因此, 在施肥量大和降雨量多的季节($\Gamma-x w$ 月份), 输入的氮素多。由此可见, 湿沉降中的 $\partial \Phi_A^r t \partial$ 与肥料中 $\partial \Phi_A^r t \partial$ 的挥发及降水有着直接联系(表 A)。

y i y 湿沉降带入农田生态系统氮素的地区分异性

从测定结果看出, 湿沉降带入农田生态系统中的氮素也有很大的地区分异性。乾县试区从 $x Z Z y$ 年 B 月至 $x Z Z y$ 年 $x y$ 月, 降水量 $B y E u x^{111}$, 输入的氮素 $x \Delta i B \Gamma w v \varphi^{1 y}$, 而在澄城县试区, 同时期降水量 $z E B u x^{111}$, 输入的氮素 $\Gamma i \Gamma B w v \varphi^{1 y}$; 在杨陵 $x Z Z A$ 年 x 月— A 月, 降水量 $E B u x^{111}$, 输入的氮素 $A i Z w w v \varphi^{1 y}$, 而在澄城县试区, 相同时期降水量和输入的氮素分别为 $x w x u w^{111}$ 和 $x u w v \varphi^{1 y}$ 。在这 z 个试验点, 以杨陵距城市(西

