



集约化小流域氮素驱动的生物地球 化学过程及效应

周建斌

jbzhou@nwsuaf.edu.cn

西北农林科技大学资源环境学院
农业农村部西北植物营养与农业环境重点实验室



报告内容

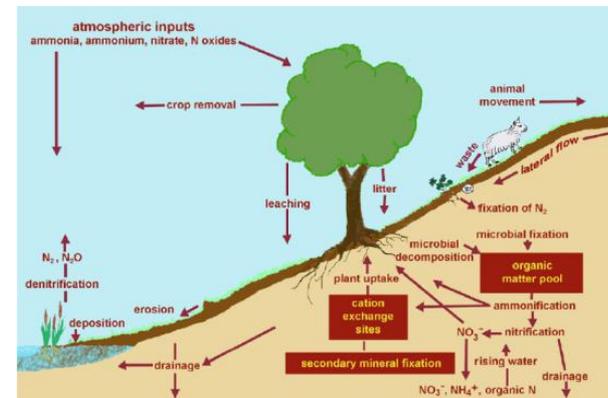
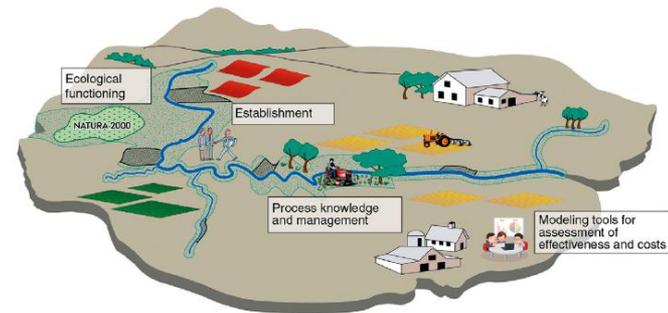
1. 背景
2. 氮素累积
3. 效应及机理
4. 结语

一. 背景

土壤-植物营养学科通常关注养分在土壤-植物系统的转化、吸收利用等。



养分从田块流失进入水体的路径：



人类活动对全球氮循环产生的巨大影响

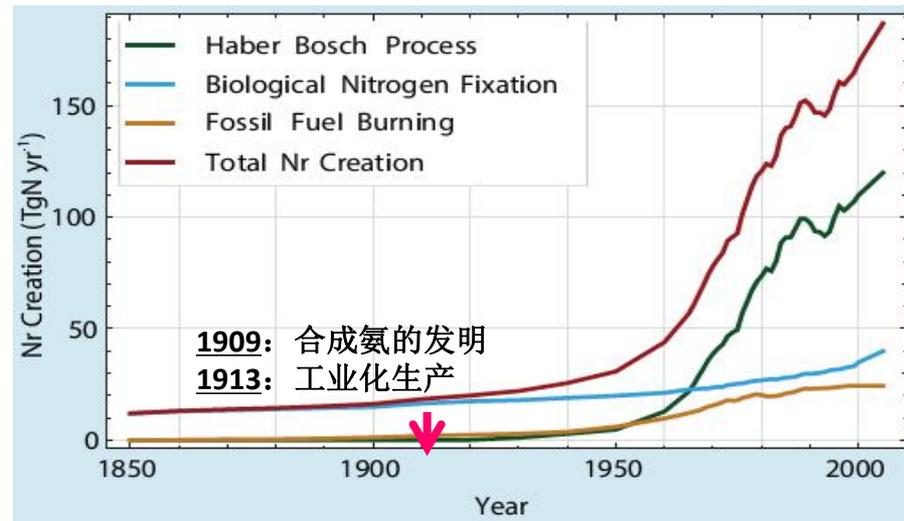


图1 人类活动对全球不同来源活性氮量 (TgN yr⁻¹) 的影响 (IPCC, 2013)

- ◆50%: 全球 (陆地及海洋) 约50%的活性氮由人类活动引起.
- ◆70%: 全球陆地生态系统约70%的活性氮由人类活动引起.

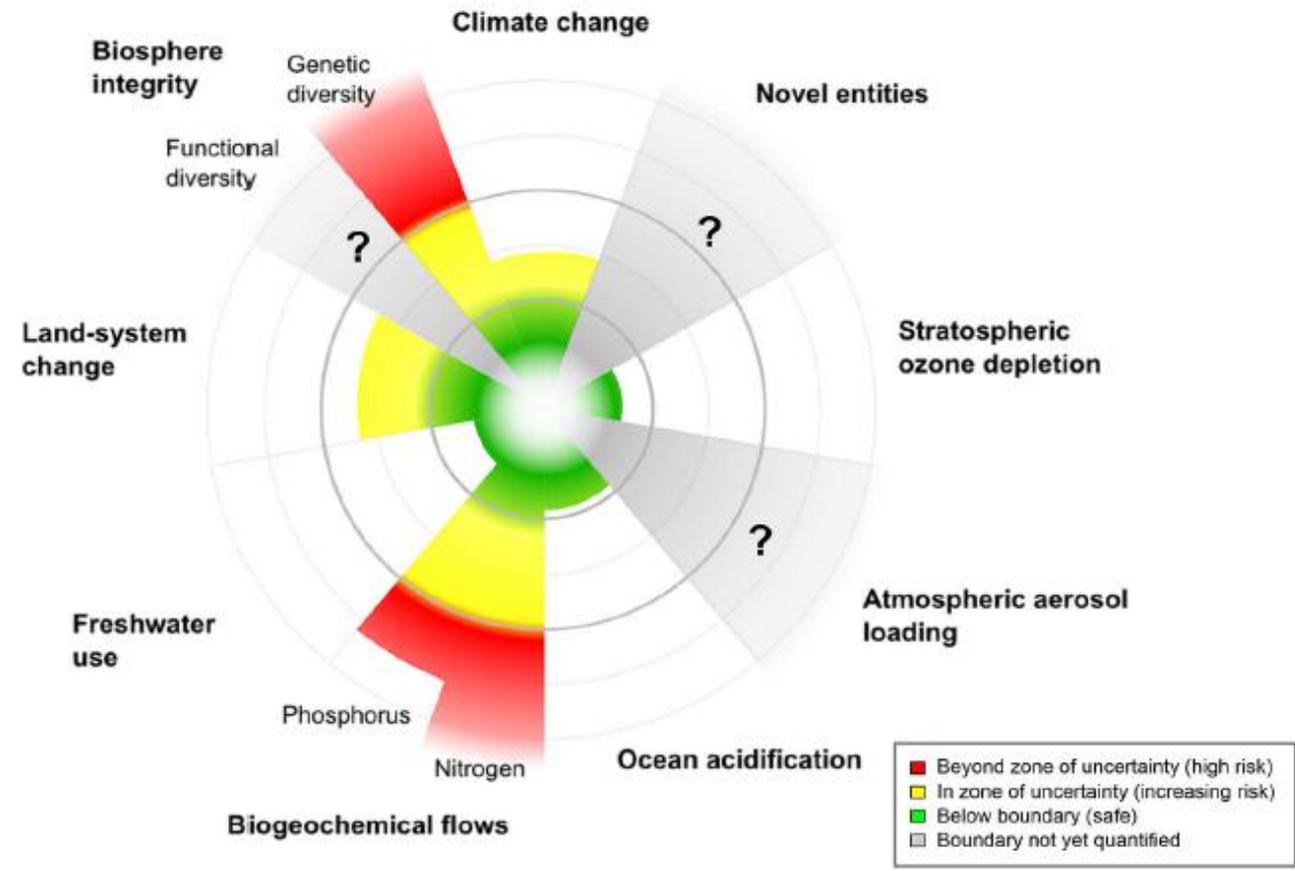
注: 活性氮包括 NH_3 , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , NO , N_2O , NO_2 , N_2O_5

Battye, W, et al. (2017)



地球生态红线/Planetary Boundary

- ① 气候变化;
- ② 生物多样性;
- ③ 土地利用方式变化;
- ④ 全球淡水资源;
- ⑤ 氮、磷循环;
- ⑥ 海洋酸化;
- ⑦ 大气气溶胶负荷
- ⑧ 臭氧层破坏;
- ⑨ 新型污染物。

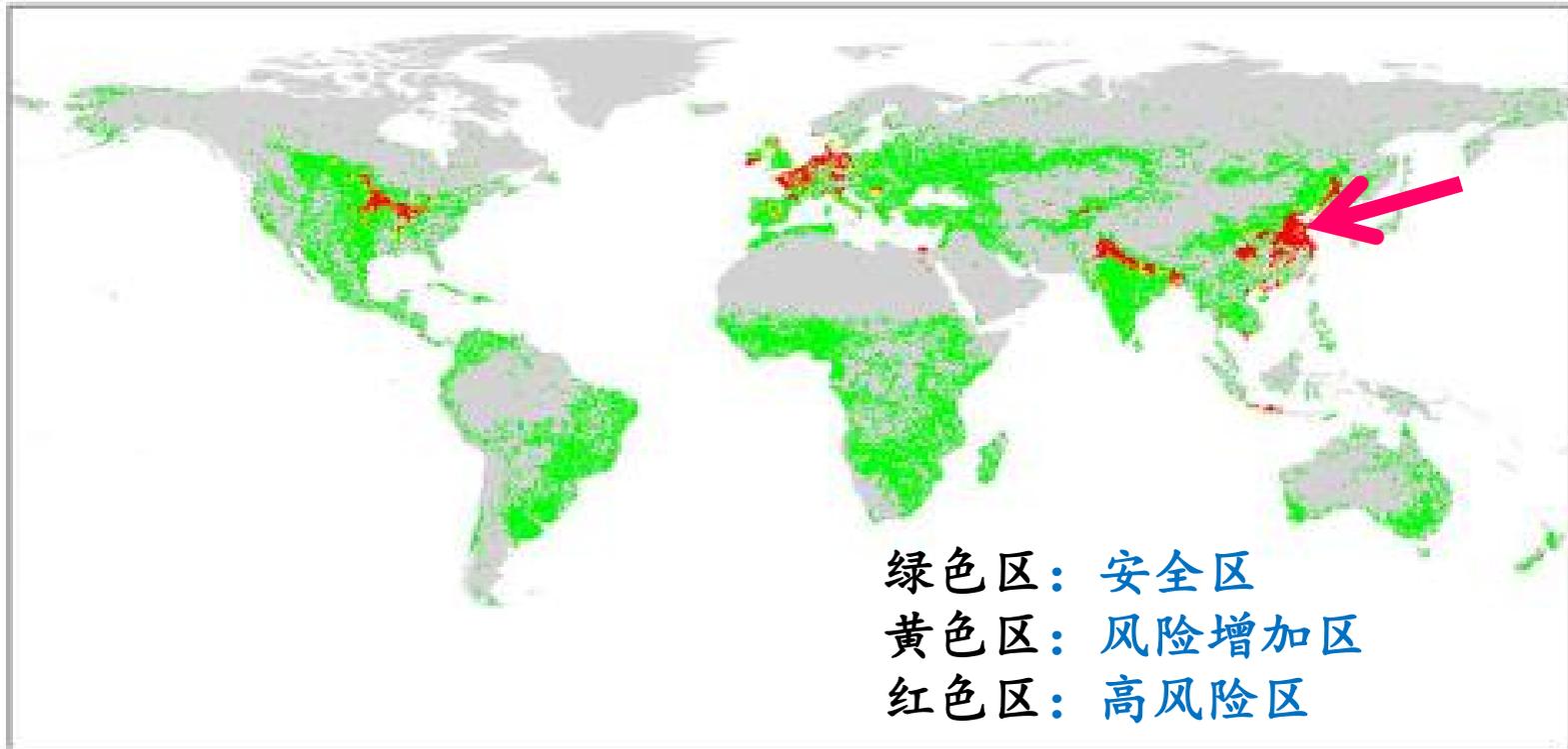


Steffen et al. Science, 2015

地质年代：全新世 (Holocene) → 人类世 (Anthropocene)



人类活动对全球氮素生物地球化学流动影响 地区间差异 (Steffen et al., Science, 2015)



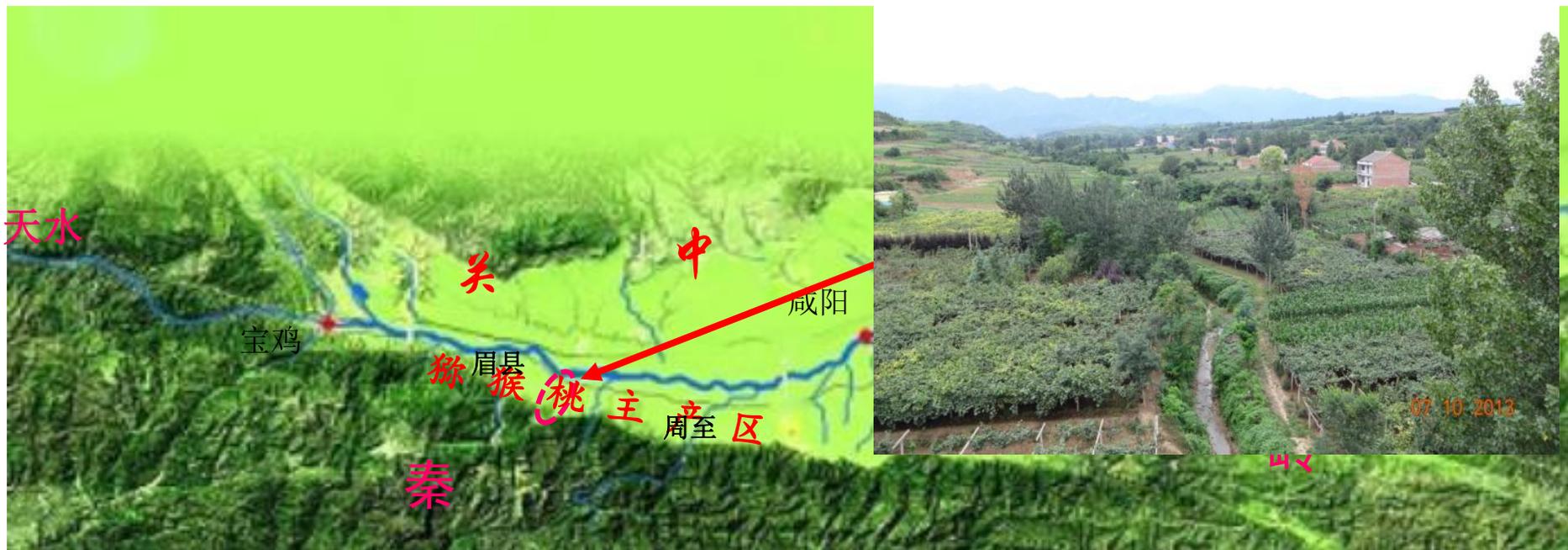
热点区域？

高投入集约化系统-果园

二. 集约化小流域氮素累积

陕西秦岭北麓地区是我国猕猴桃集中栽培区之一，面积近100万亩

周至 竹峪 俞家河流域



“十二五”科技支撑计划课题 (2012BAD15B04)

秦岭北麓周至县竹峪镇俞家河小流域:

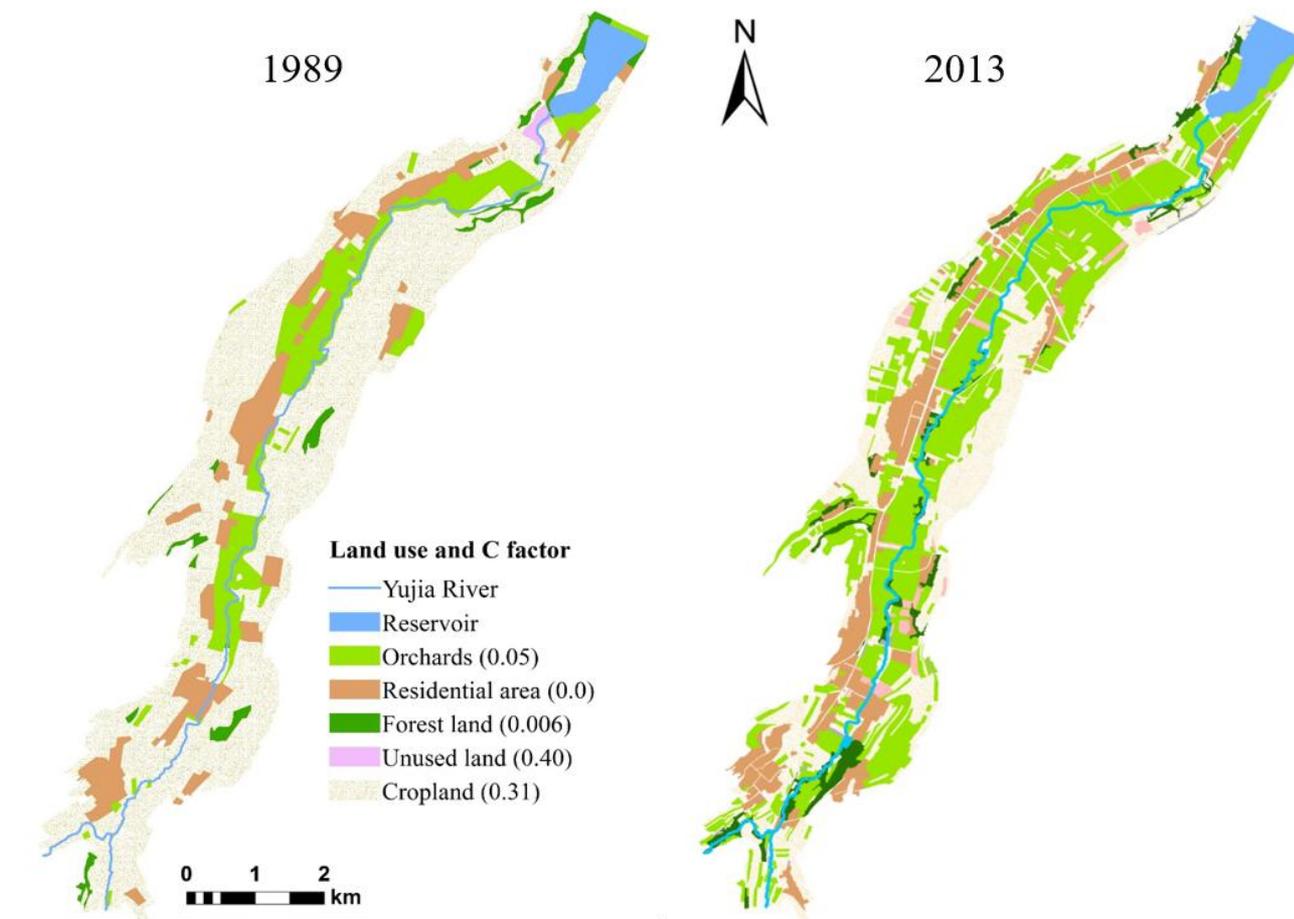


图4 研究小流域土地利用方式的变化

猕猴桃生产中过量施肥问题突出

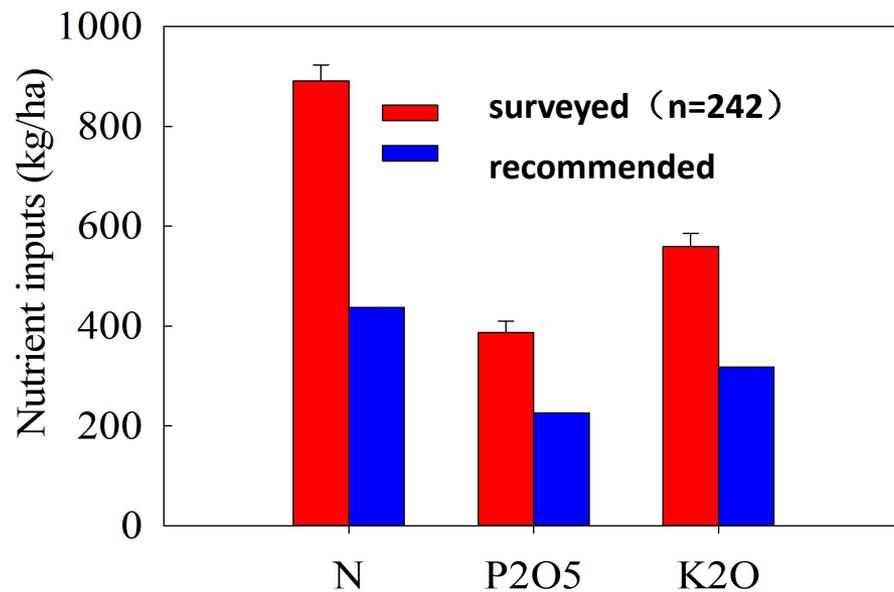


Fig 5 Comparison of the fertilizers used by farmers and recommended by scientists

流域土壤养分含量的空间变异

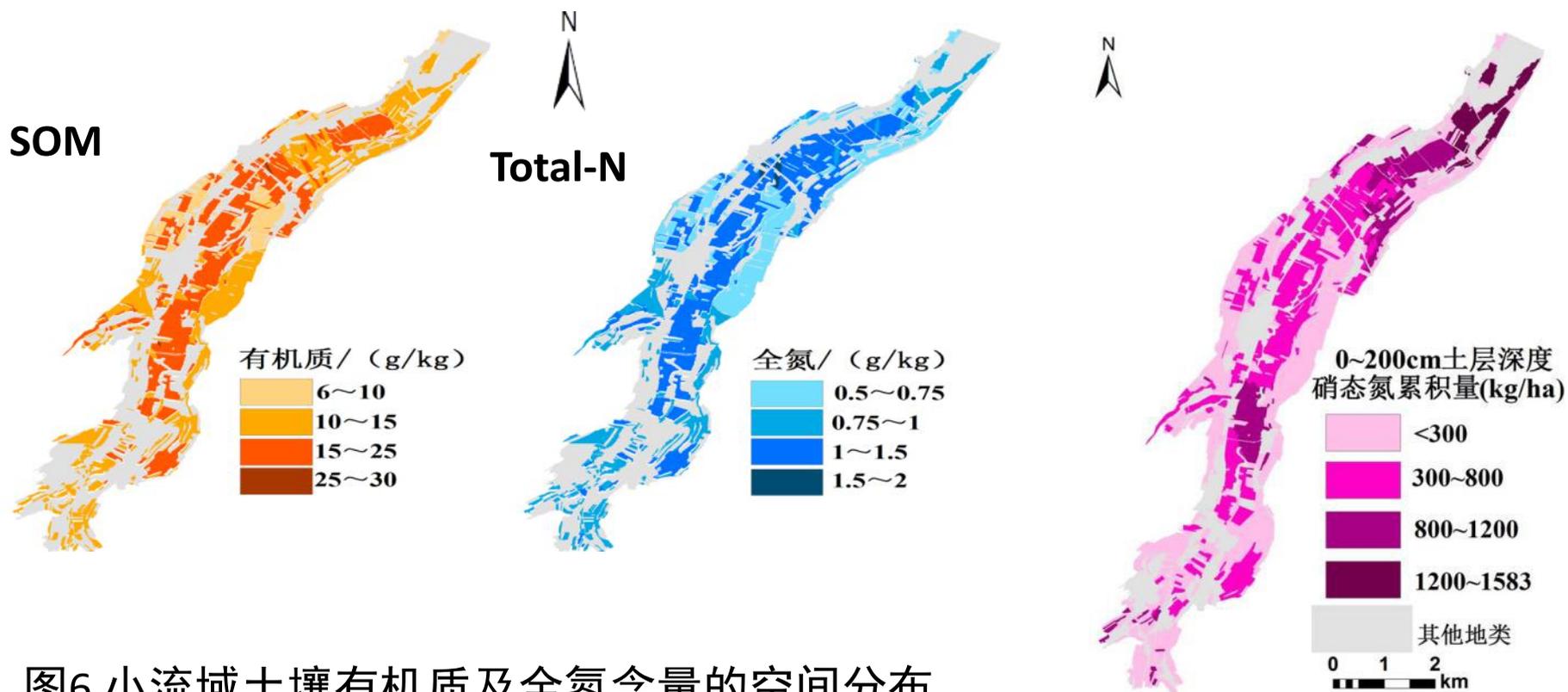


图6 小流域土壤有机质及全氮含量的空间分布
(陈竹君等, 2014)

小流域土壤剖面 (0-2 m)
硝态氮累积量 (2014)



坡地猕猴桃园土壤剖面(0-4m)硝态氮含量

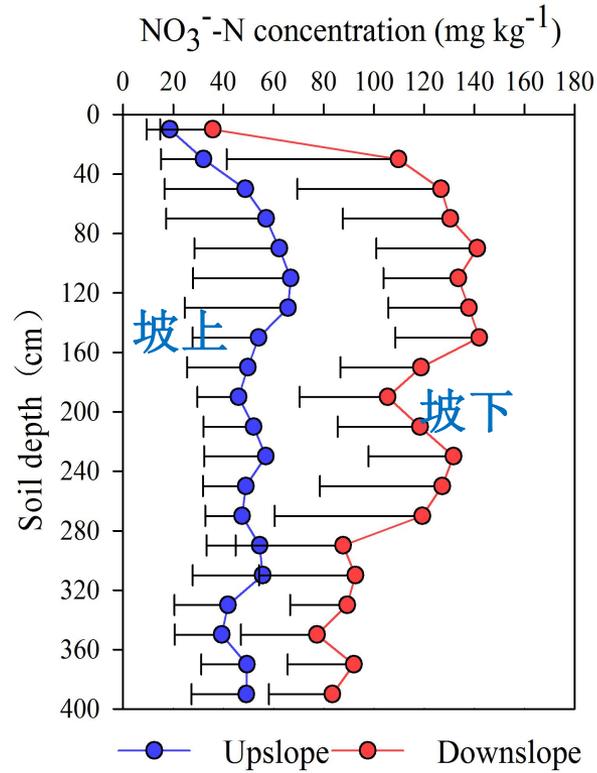
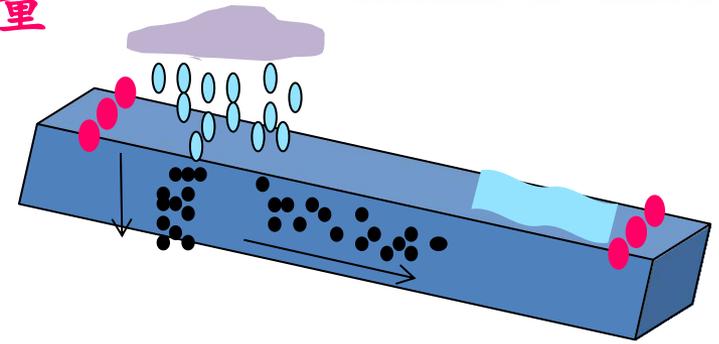


图 7. 坡地猕猴桃园不同位置土壤剖面 (0-4m) 硝态氮含量

(Gao et al. Land Degradation & Development, 2019)

小流域不同部位土壤剖面(0-4m)硝态氮含量

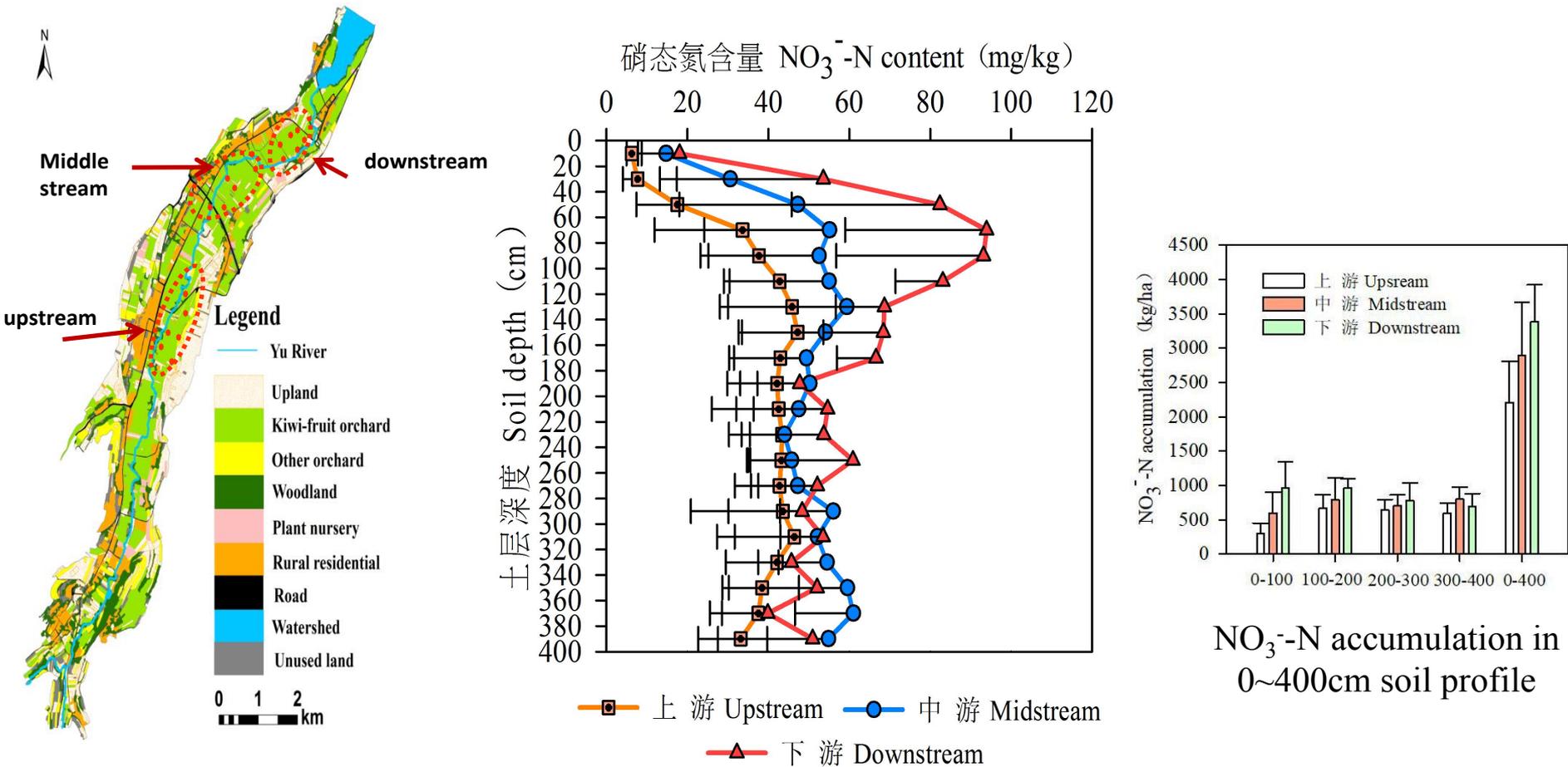


Fig 8. NO₃-N in soil profiles (0-4m) of different kiwi-orchard in different sites of the catchment

Nitrate-N in soil profile (0-10 m) of kiwi-orchard

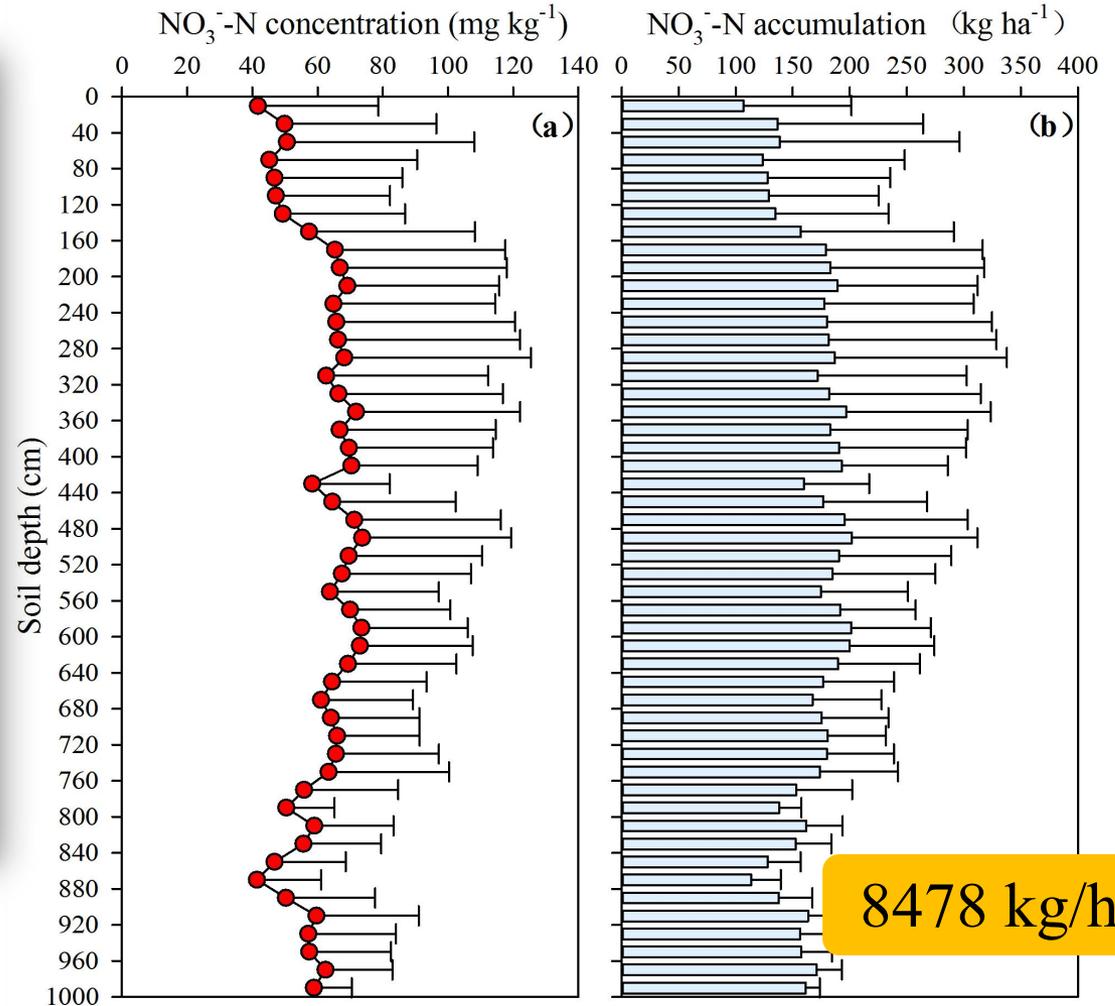


Fig. 9 The concentration and accumulation of NO₃⁻-N in 0-10 m soil profiles in the kiwi-orchards

三. 效应及机理

1、流域地表水氮素含量

河水总氮含量超标

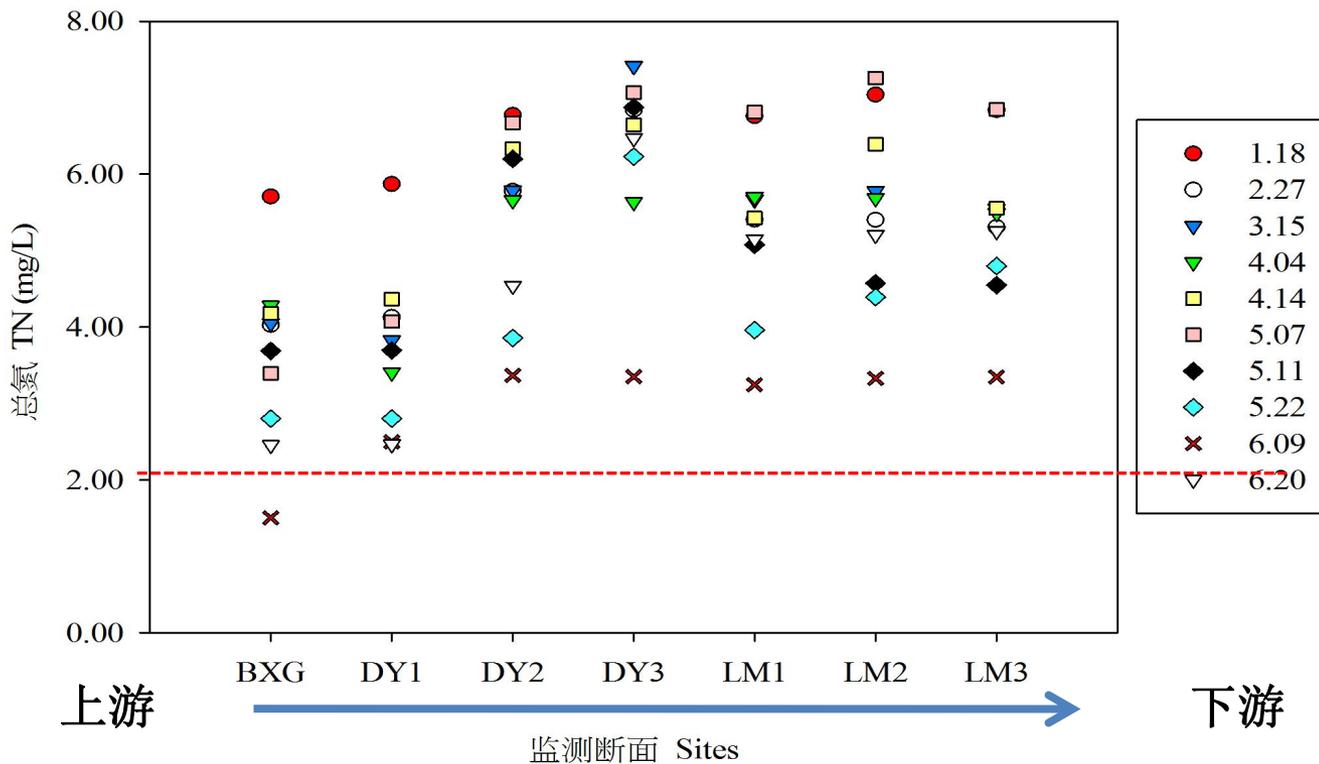


Fig.10 Total nitrogen concentration of different sites in Yujiuhe River from January to June

2、流域井水中硝态氮含量

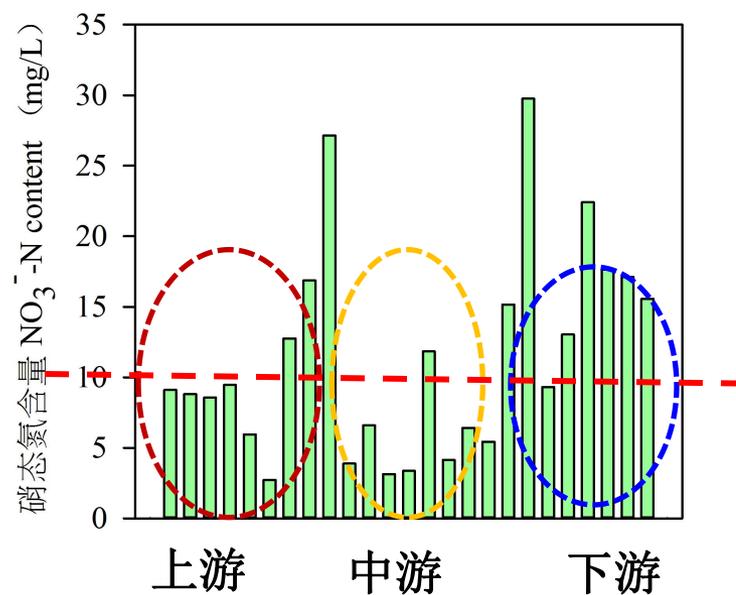
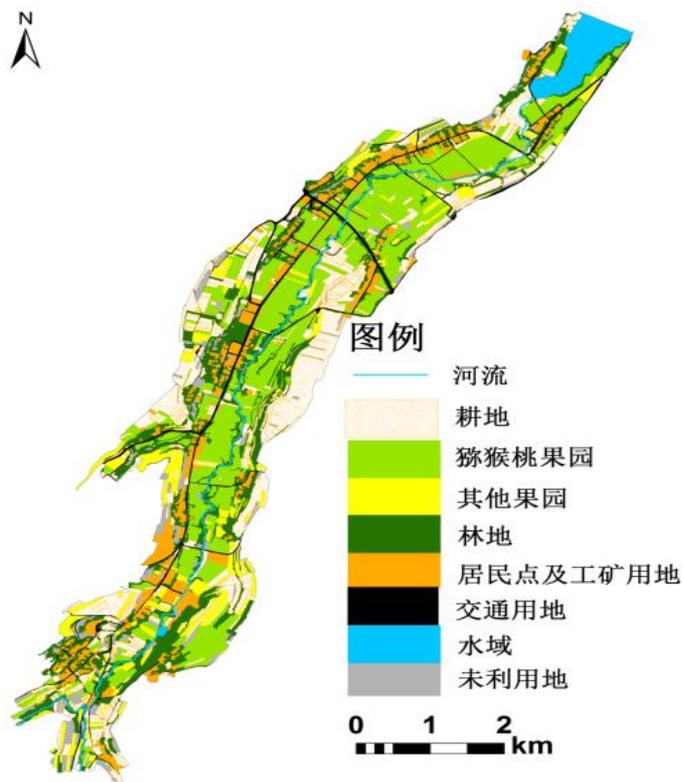


图 11. 不同部位井水中硝态氮含量
(高晶波等, 未发表)

井水中硝态氮含量与钙、镁离子含量关系

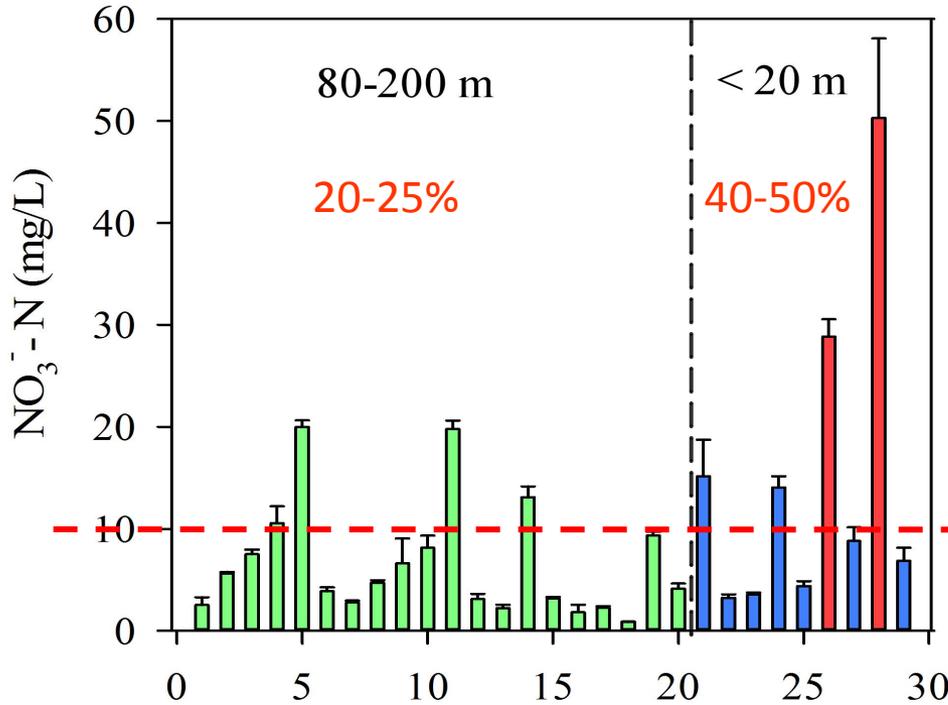
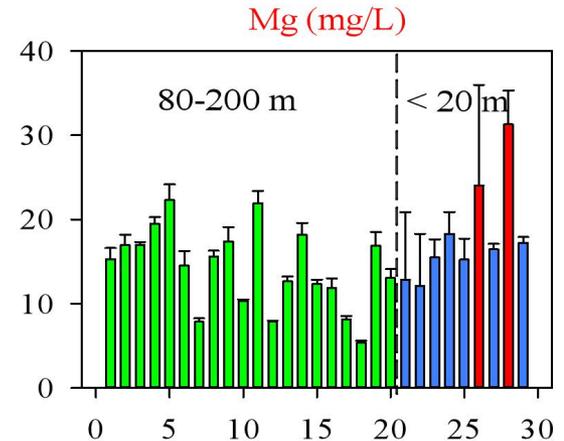
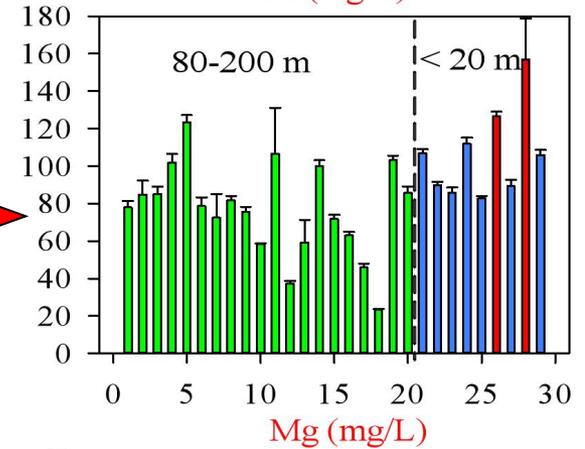
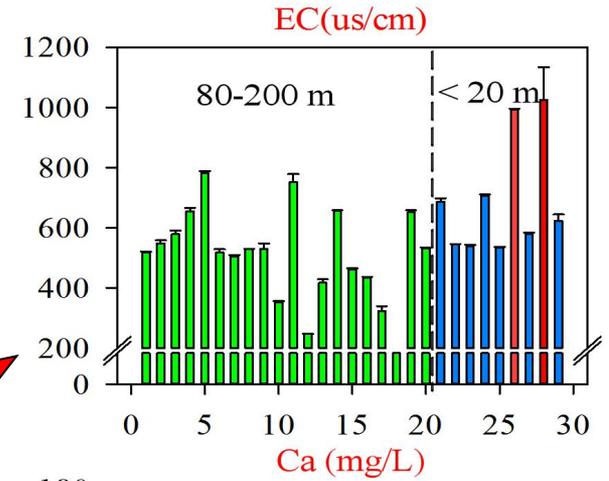
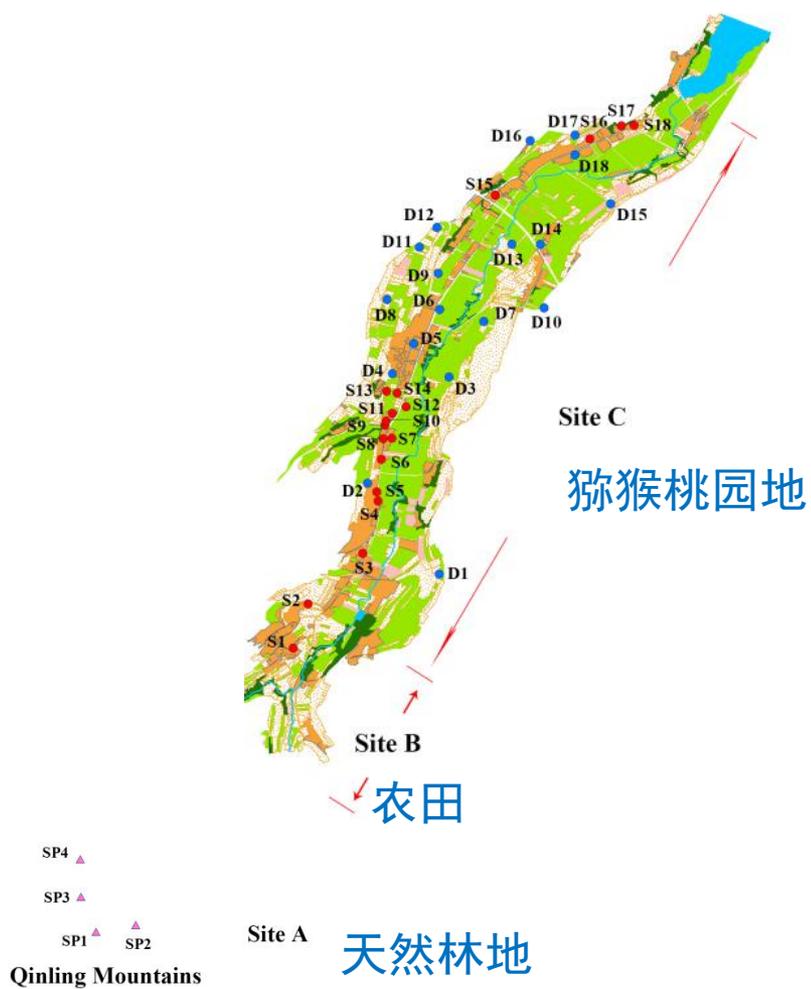


Fig 12. Nitrate in different depths of wells (80-200m, and <20m) in the catchment



3、小流域不同土地利用方式地下水水质





不同区域地下水硝酸盐氮、氧同位素丰度的变化

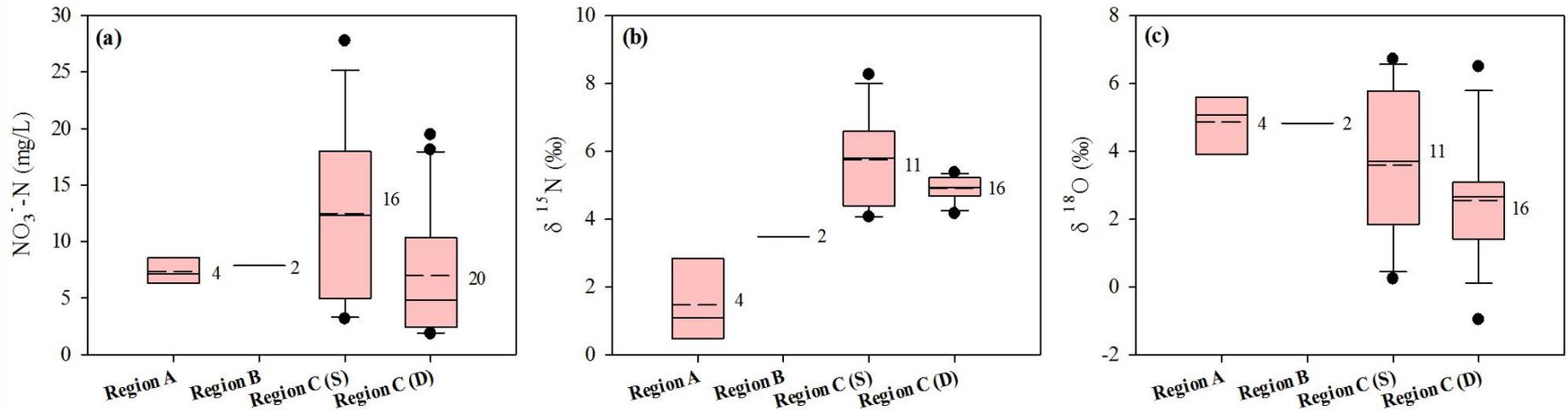


Fig. 13. Box plot of $\text{NO}_3^- \text{-N}$ (a), $\delta^{15}\text{N}\text{-NO}_3^-$ (b) and $\delta^{18}\text{O}\text{-NO}_3^-$ (c) in springs and groundwater.

地下水硝酸盐溯源:

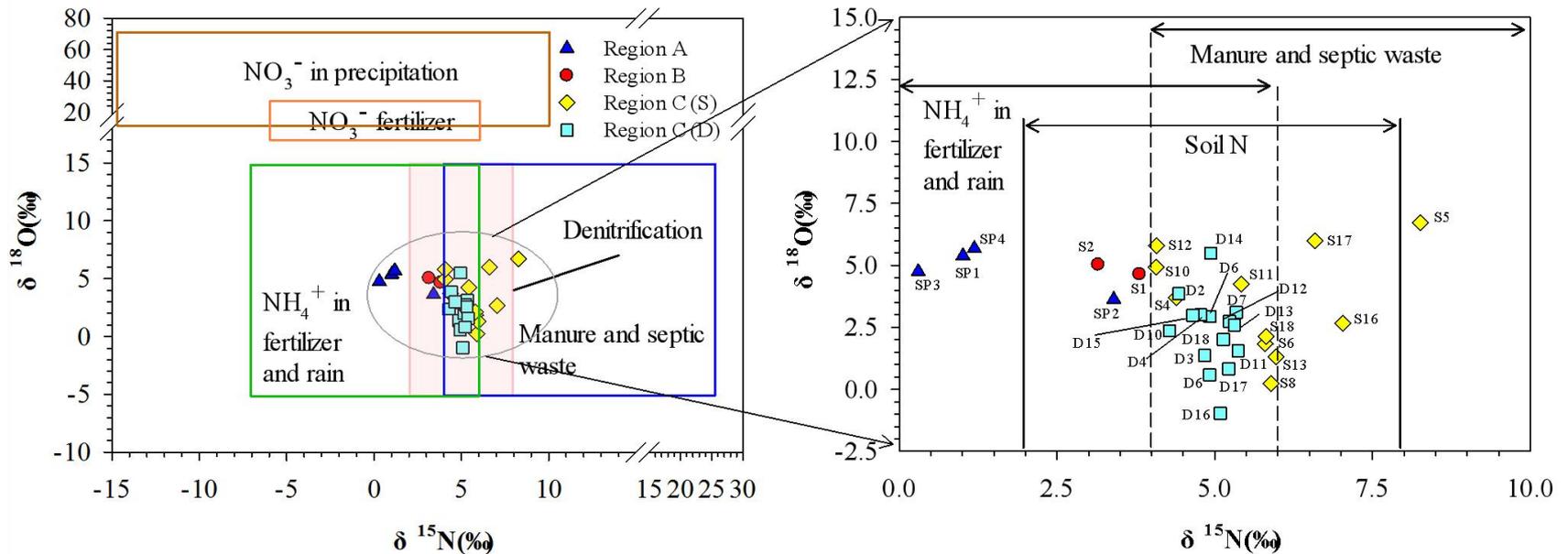


Fig. 14. Relationship between $\delta^{15}\text{N}\text{-NO}_3^-$ and $\delta^{18}\text{O}\text{-NO}_3^-$ for water samples. The isotope range of N and O for different nitrate was organized according to Kendall (1998) and Xue et al. (2009).

地下水中钙、镁、氯等离子含量

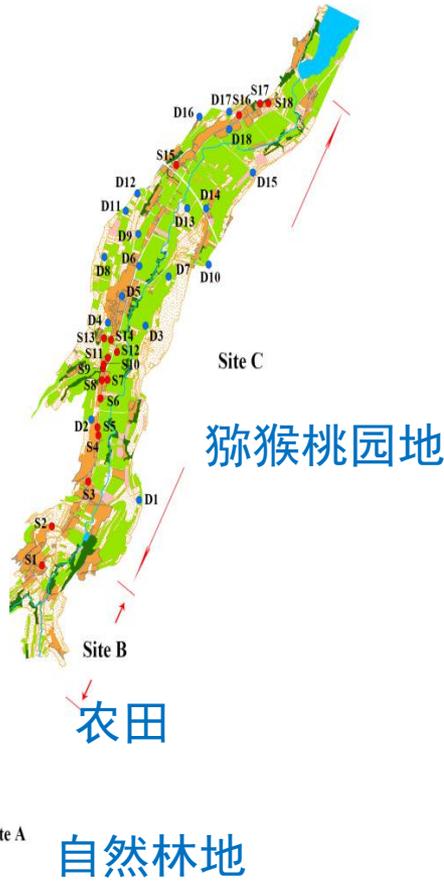


表1 小流域不同土地利用方式下地下水水质的变化

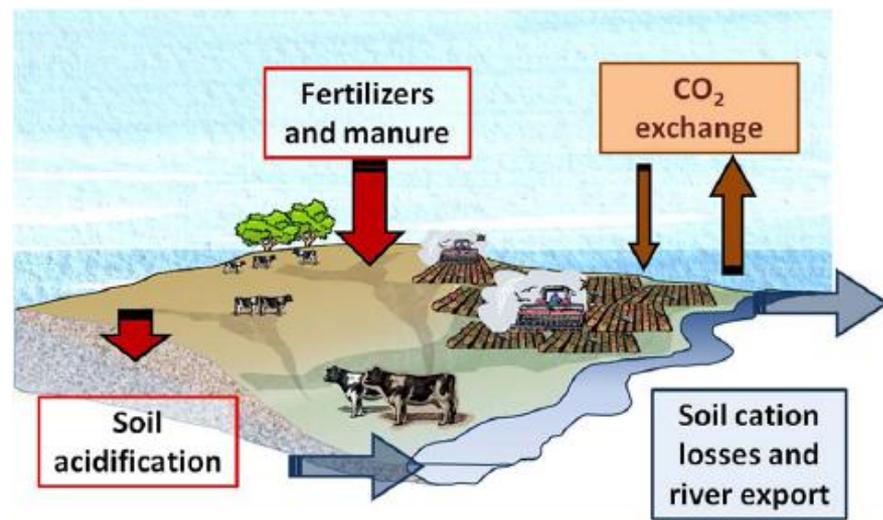
指标	自然林地	农田	果园 (浅层地下水)	果园 (深层地下水)
pH	7.69±0.29	7.47±0.06	7.54±0.15	7.80±0.11
EC (µs/cm)	438±68	525±17	753±246	548±124
Na ⁺ (mg/L)	5.76±2.21	8.45±0.01	20.19±9.28	16.95±2.05
K ⁺ (mg/L)	2.64±0.08	2.56±0.10	1.16±0.45	1.34±0.38
Ca ²⁺ (mg/L)	67.81±10.79	80.06±7.44	122.26±52.15	84.83±21.08
Mg ²⁺ (mg/L)	10.99±2.26	13.99±1.03	22.38±10.92	15.27±3.53
Cl ⁻ (mg/L)	4.46±0.78	8.33±0.57	20.77±17.20	7.00±4.42
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	57.31±5.33	55.74±4.29	29.35±19.64	14.76±15.53
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	183±60	234±16	383±112	305±55

4、可能的机理？

(1) 铵态氮的硝化作用，促进了土壤矿物特别是无机碳释放：



(2) 钙镁等阳离子随硝酸
盐的流失而损失





四. 结语

- ◆ 合理施用氮肥；
- ◆ 重视氮素离开根区及田块后的去向及可能带来的问题（氮素的生物地球化学过程）；
- ◆ 关注氮素迁移转化带来的其他效应。



致谢：

- * “十三五”重点研发计划课题（2017YFD0200106）
- * 国家“十二五”科技支撑计划课题（2012BAD15B04）
- * 国家自然科学基金（41671295，31372137）
- * 农业部中英农业国际合作项目
- * 陕西省农业环境保护监测站
- * 参与研究的同事及学生

谢谢！