



昆虫信息生态实验室

Lab of Insect Informatic Ecology

团队成员

南京农业大学昆虫信息生态研究室（原昆虫生态与预测预报研究室）是我国农业害虫预测预报研究历史最悠久的单位之一。该室主要开展昆虫生态与预测预报研究，并围绕重大农业害虫的发生动态、迁飞规律、暴发机制和监测技术开展系统工作。先后承担了国家973项目、公益性行业（农业）科研专项、现代产业技术体系、转基因生物新品种培育重大专项、国家自然科学基金、教育部博士点基金和霍英东（应用）课题等数十项国家级和省部级项目。团队现有研究人员4人；其中，教授3人，副教授1人；1人为江苏省青蓝工程优秀青年骨干教师，1人为江苏省青蓝工程中青年学术带头人。



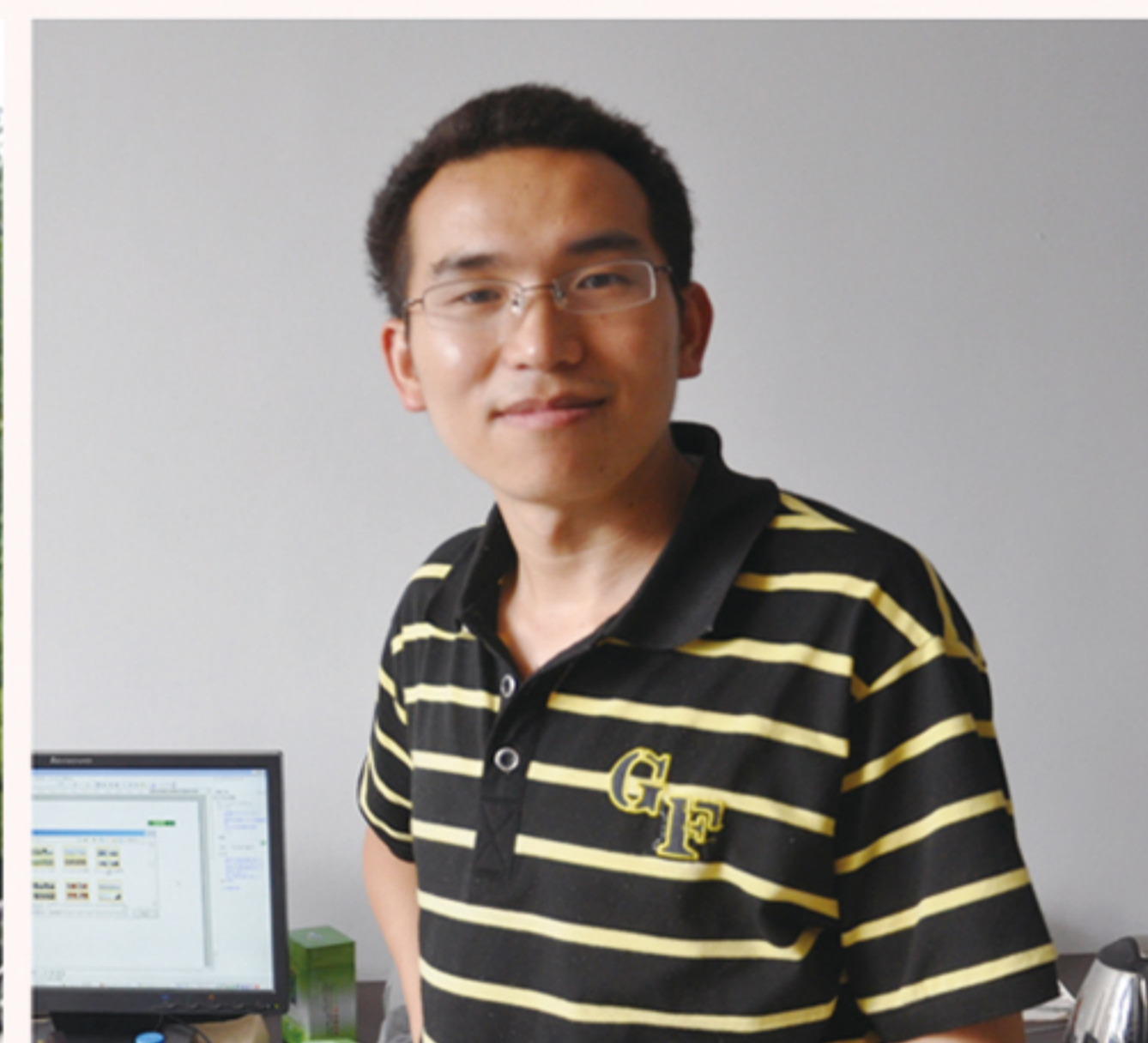
翟保平 教授
博士生导师



刘向东 教授
博士生导师



陈法军 教授
博士生导师



胡高 博士
讲师

本实验室通过国家多渠道的支持，集成现有的宏观分析技术，重新阐释重大农业害虫的消长演化规律和大发生种群的形成机制；以3S技术、多普勒昆虫雷达技术和大气中尺度模拟技术为支撑，建立水稻两迁害虫（稻飞虱、稻纵卷叶螟）监测预警平台，开发精细化异地预测技术和网络化预警技术；采用多学科交叉、宏微观结合、观测与模拟同步、生理生态学试验与数值试验并重的多尺度和多途径综合研究，开展较大规模的田间工作和室内试验，重点解决全球变化背景下耕作制度、品种布局和栽培条件改变后重大农业害虫的发生动态、迁飞规律、暴发机制和监测技术。



本实验室经张孝羲先生和程遐年先生30余年的苦心经营，学术薪火递次相传，终成国内昆虫迁飞研究的重镇。承担国家973项目和国家公益性行业科研专项等多项国家重大科研任务。



2011.3.20 出友谊关赴中南四国考察



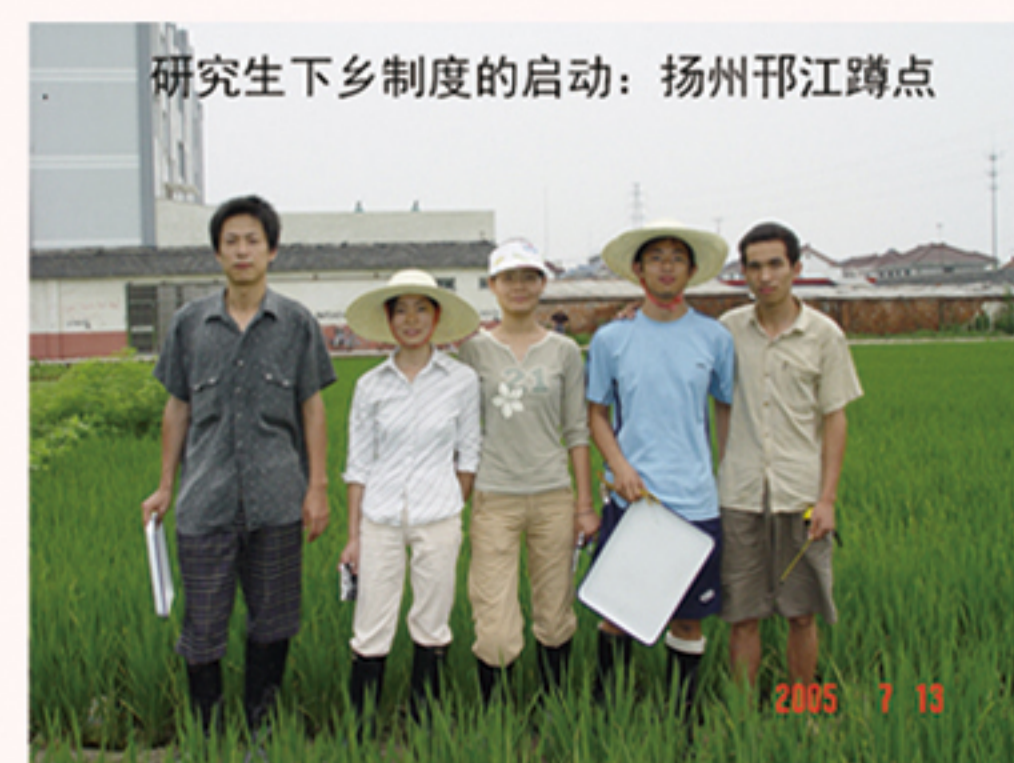
两迁害虫千里追踪，广西龙州上降乡
2007.4.26



越老边境老堡口岸
2009.05.18



两迁害虫监测技术集训，安徽怀宁



研究生下乡制度的启动：扬州邗江蹲点



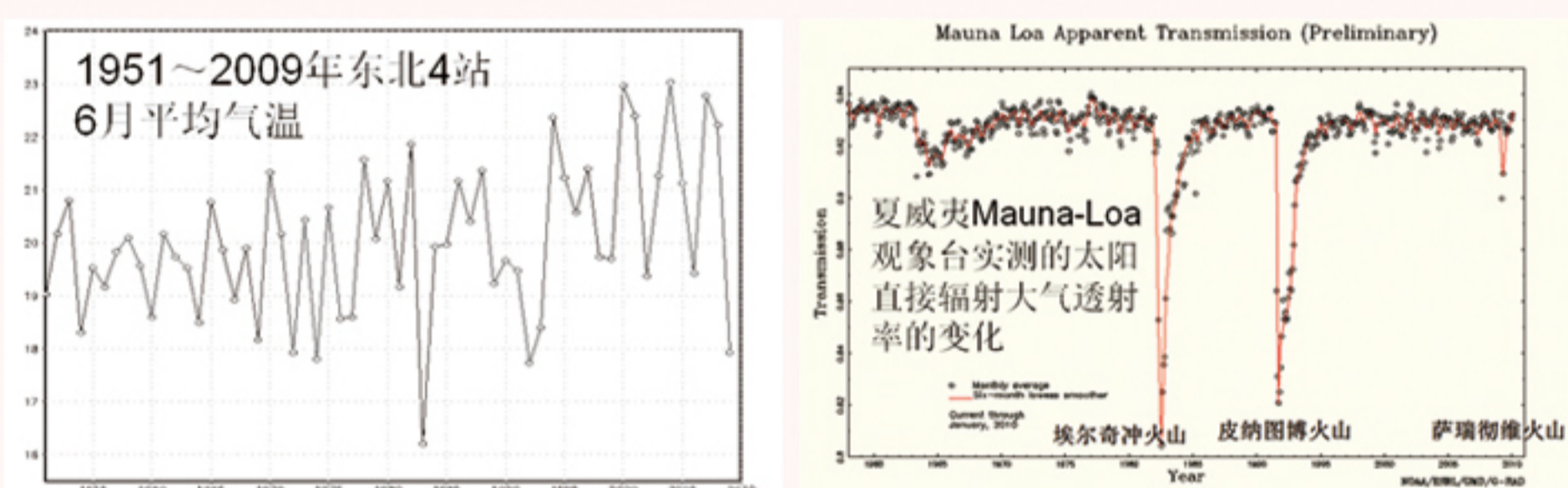
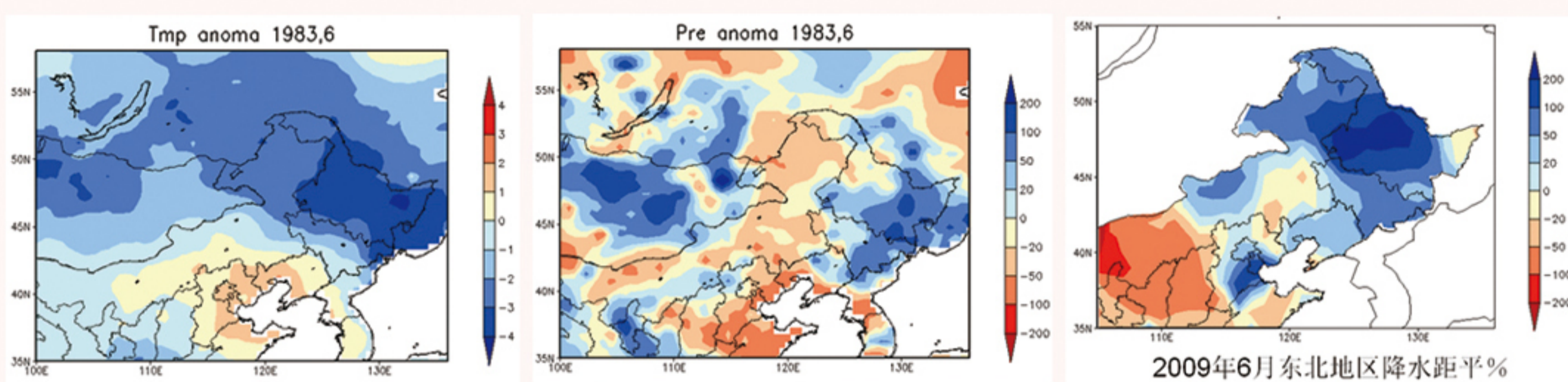
昆虫信息生态实验室

Lab of Insect Informatic Ecology

昆虫迁飞及其监测预警

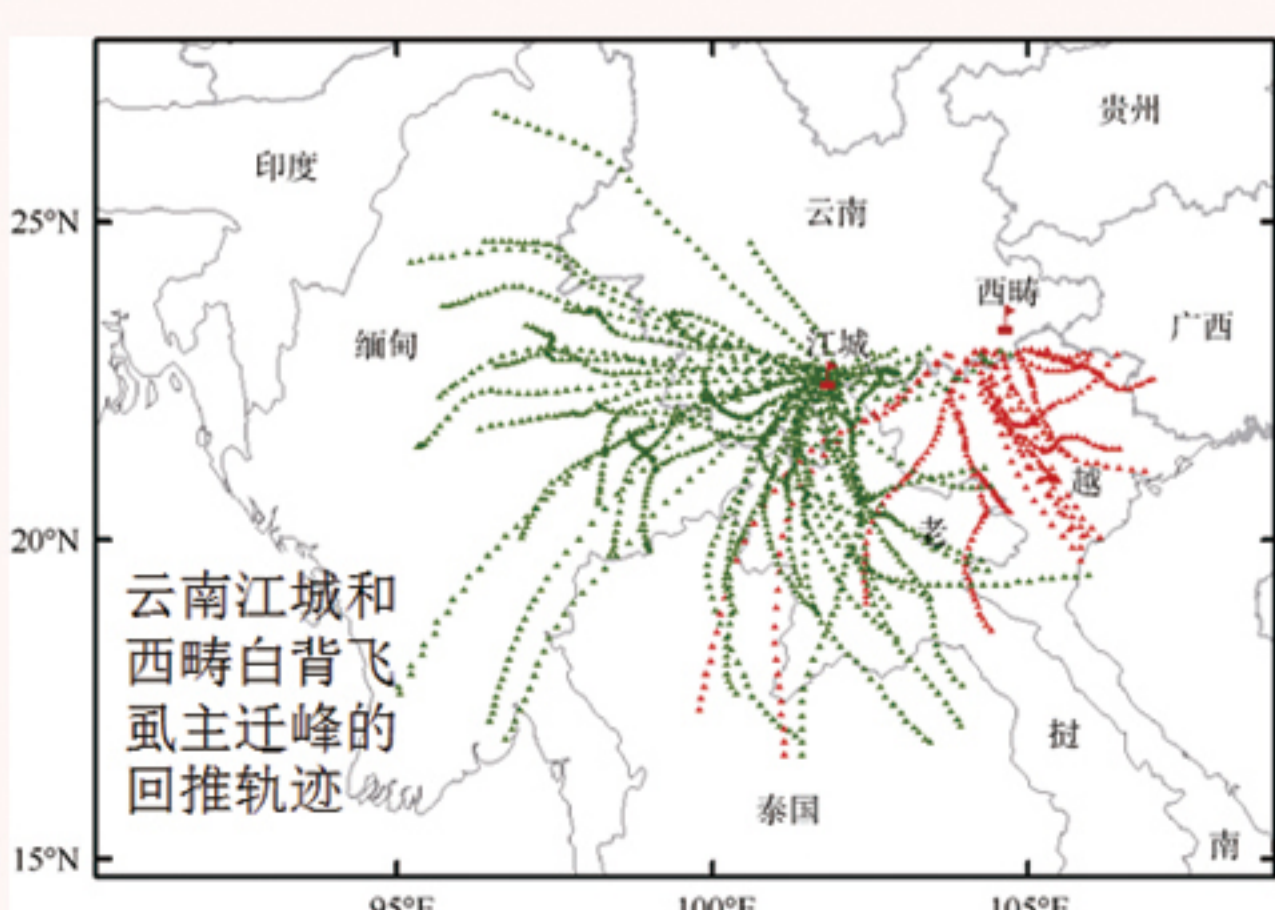
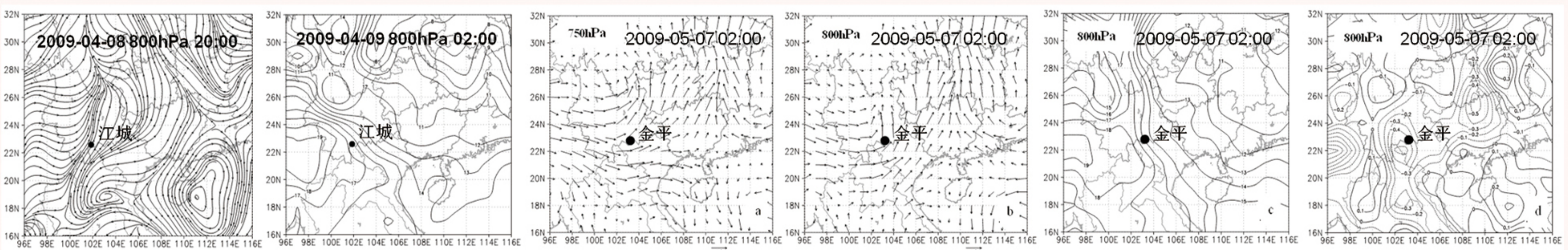
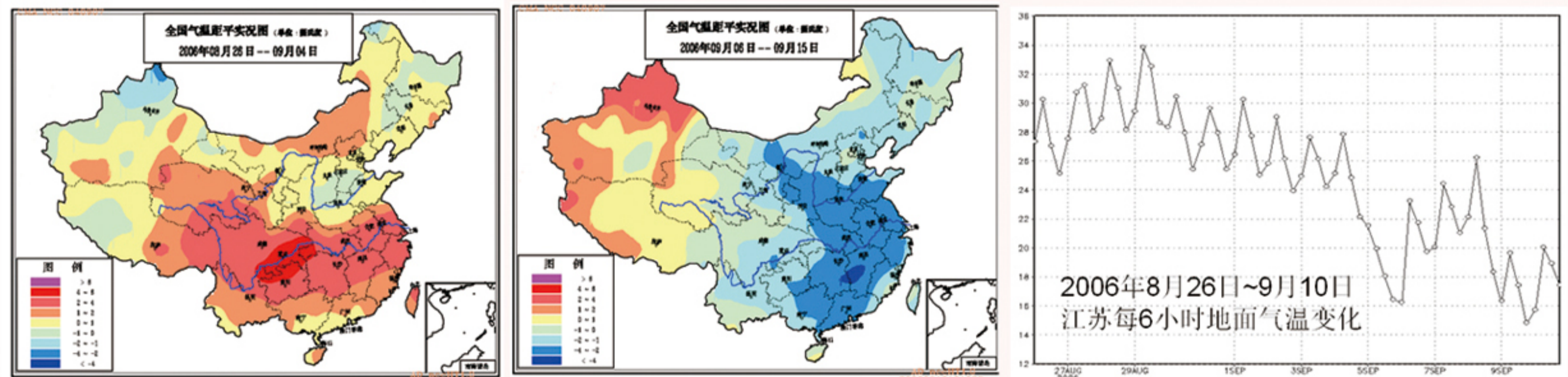
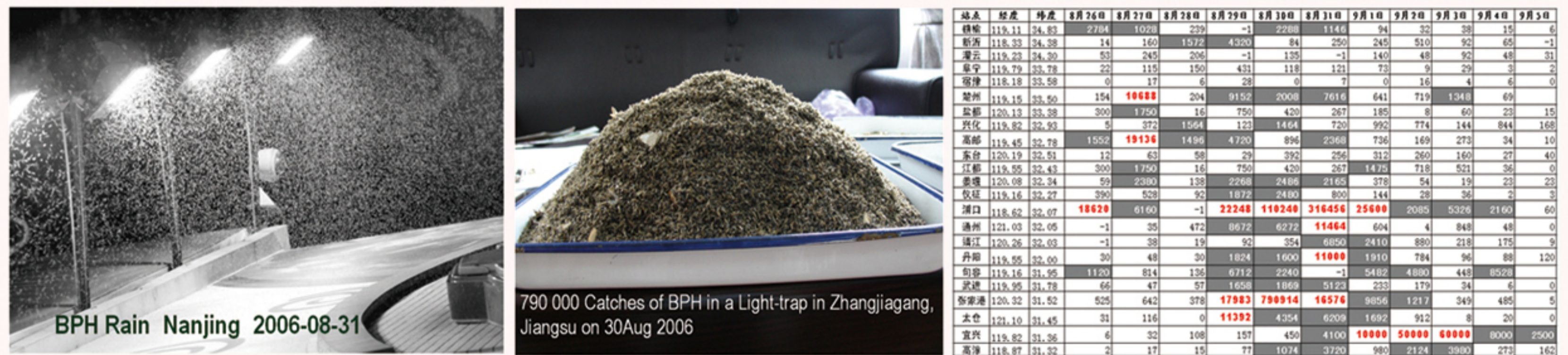
我国处于世界最大的海洋和最大的大陆交界处，东部季风气候区是我国主要的农业区，特殊的地理气候条件使我国农作物的主要大害虫都是南北往返迁飞数千公里而具有大区域暴发性及毁灭性的迁飞性害虫。经“六五”以来连续多年的攻关，害虫发生短期预报的准确率几乎达到了100%，中期预报的准确率也可达80%，但最需要预警的害虫种群的暴发性突增（即能够成灾的）恰是目前报不出来的那20%！因而屡屡小虫成大灾。本实验室的核心任务是研究昆虫迁飞的宏观规律，揭示大发生种群的形成机制，为业务部门的灾变预警提供决策支持。

种群的暴发与崩溃



但1983年6月和2009年6月，我国东北及俄罗斯东西伯利亚、远东地区出现了大范围的异常低温多雨，越冬种群绝大部分遭遇灭顶之灾，造成雌蛾卵巢发育进度迟缓、生殖力低、不孕率高而终致种群崩溃。而这种大范围的低温阴雨极端气候竟是火山喷发引起的太阳辐射的大气透射率降低所致！大自然的神奇着实令人匪夷所思。

2006年8月27日~9月4日，长三角稻区遭遇了空前绝后的褐飞虱的大规模连续后期迁入，竟有单灯单晚79万头褐飞虱的上灯记录，巨灾几成定局。所幸9月5~9日江苏出现连续降温和降水天气，其中4~5日最大日降温达10~12℃。连续降温抑制了褐飞虱的卵孵化率和初孵若虫的存活率而致使种群崩溃，尽管下旬气温大幅回升，但2006年褐飞虱的后期迁入并未成灾。



云南哀牢山以西稻区（如江城和金平）的稻飞虱来自于缅甸伊洛瓦底平原和泰北及老挝万象平原，哀牢山以东稻区（如西畴）的稻飞虱则主要源于红河三角洲稻区。云南春季白背飞虱的早期迁入与降水关系并不密切，而风切变与低温屏障几乎存在于每一次降落过程。受低温屏障的影响，降虫区多位于飞行低温阈值（16℃）等值线西侧和南侧的相对高温区，故温度是云南白背飞虱春季迁入落区分布的限制因子。

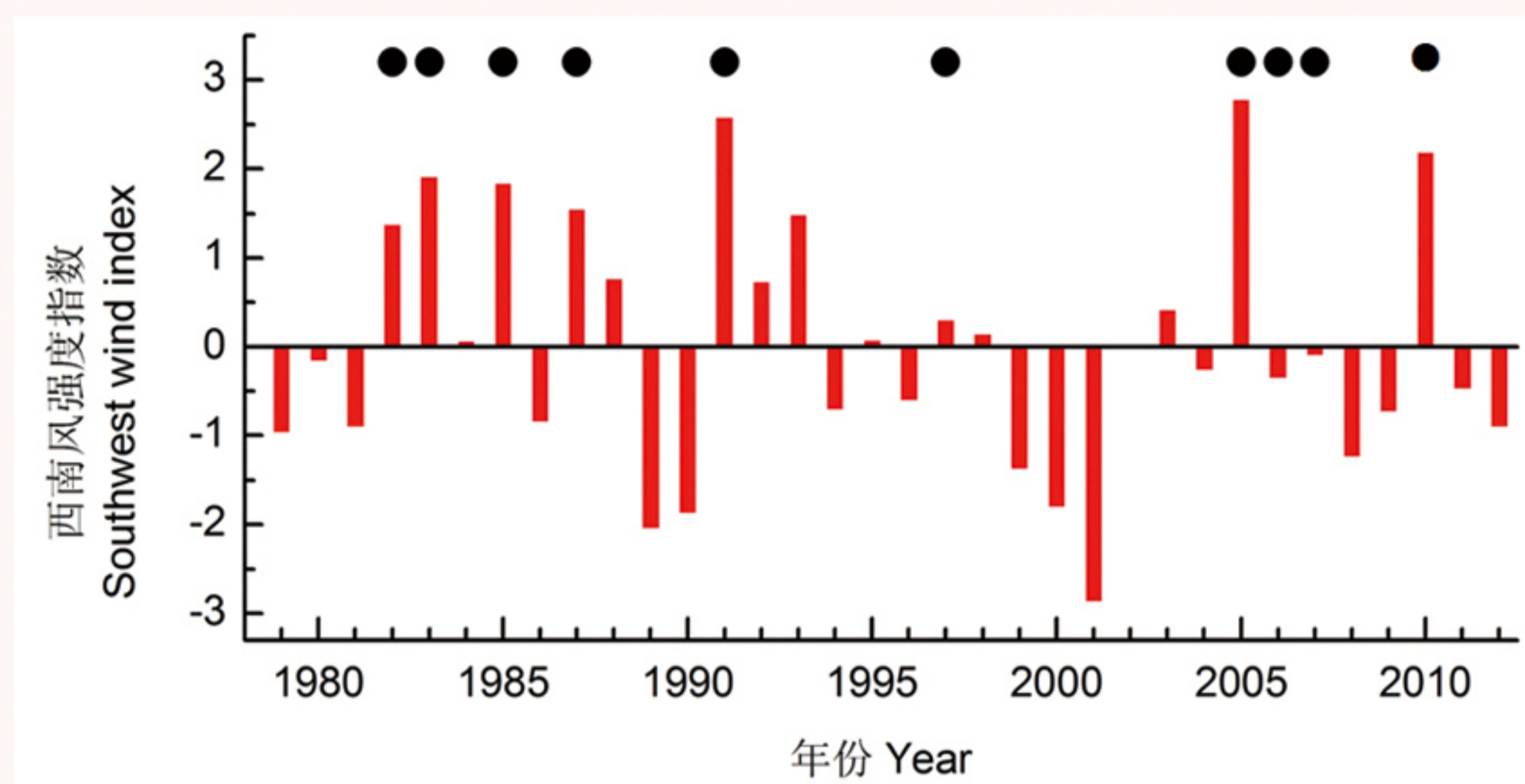


昆虫信息生态实验室

Lab of Insect Informatic Ecology

昆虫迁飞及其监测预警

稻飞虱前期预警指标之一：5月SW指数

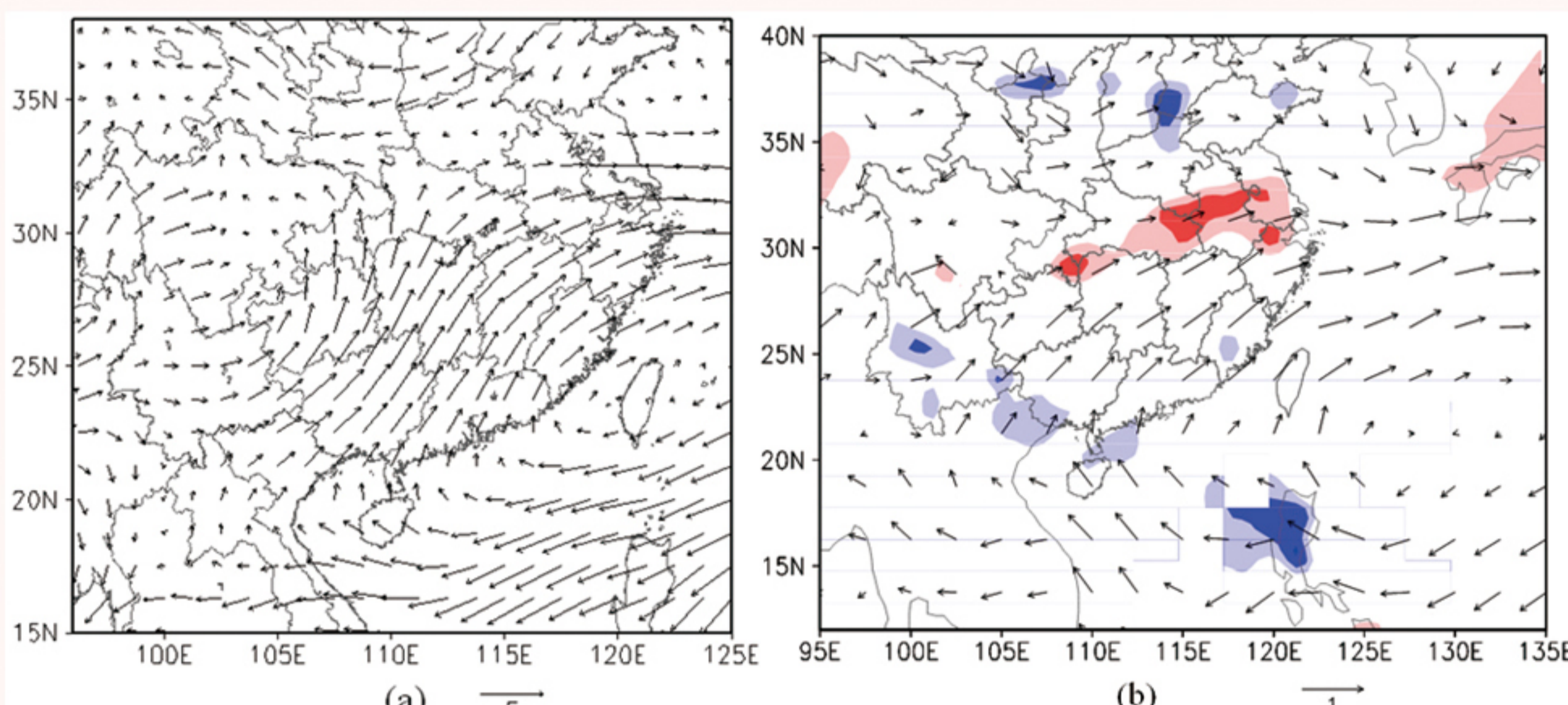


1979-2012年5月SW指数距平的年际变化 (实心圆示我国褐飞虱大发生年)

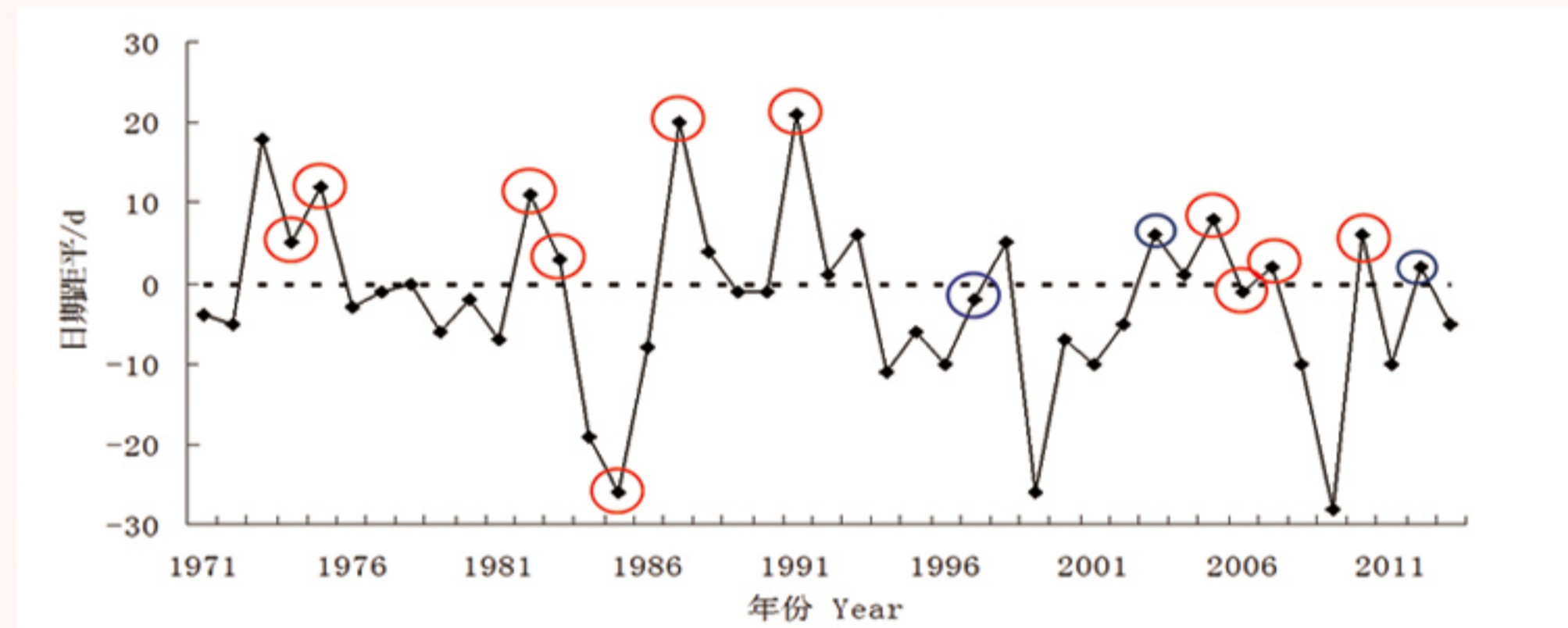
5月从越南到华南的西南风强度 (SW指数) 主要是通过影响境外虫源迁入格局产生作用。越南北部的主迁出峰出现在5月, 如果迁入华南南部, 大多只能发生一个世代。如果能够直接迁入南岭以北地区, 那么大部分种群可以连续发生两个世代, 从而导致种群大量增殖。此外, 5月西南风强度还能影响到7月风场、雨带位置, 从而影响到早稻上褐飞虱种群能否实现成功转移。因此, 5月SW指数对于各种影响褐飞虱种群发展的气候因子有较好的代表性。每年在6月初可以通过SW指标, 预测后期的褐飞虱发生程度。

5月SW指数的强弱取决于副高强度。5月上中旬南海为副高控制, 副高越强, 从越南到广西的西南风也越强。每年大约在5月第4候, 副高移出南海而南海季风爆发。南海季风爆发得越晚, 副高控制南海的时间就越长, 从越南到我国的西南风也就越强。而且, 南海季风爆发的早晚与梅雨的起止也有较好的负相关关系, 爆发越晚入梅越早且雨量越大因而降虫越多。因此, 南海季风爆发的早晚可作为另一个稻飞虱前期预警指标。

褐飞虱大发生年份, 5月从越南到华南的西南风异常偏强且与7月风场和降水显著相关

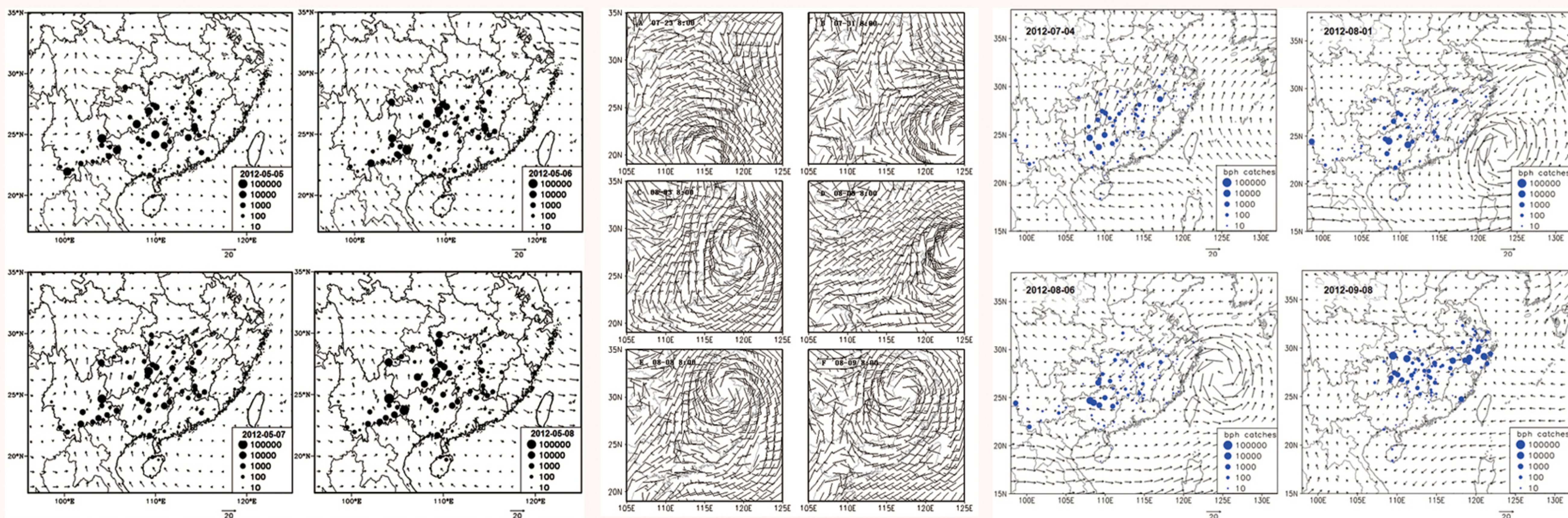


(a) 1991年5月850hPa风场距平; (b) 1981-2012年5月SW指数与7月850hPa风场、降水量的相关

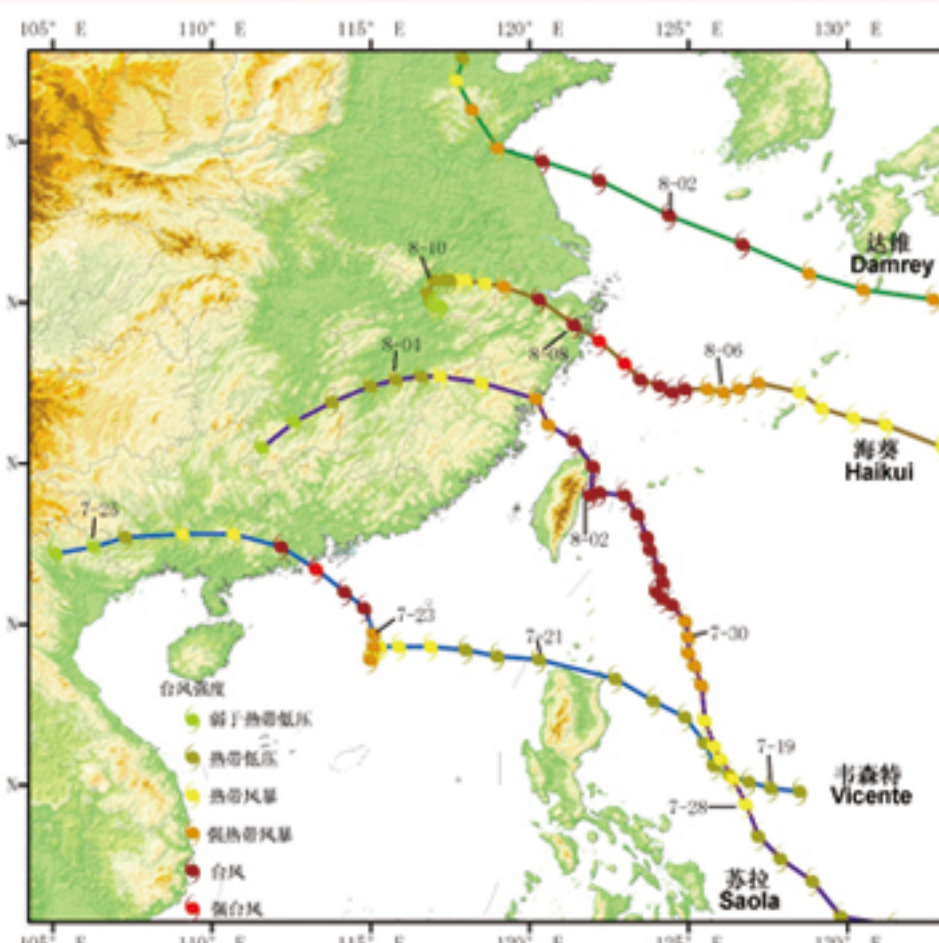


1971~2013年南海夏季风爆发日期的年际变化 (红色空心圆示BPH大发生年份)
其中标蓝的2003年是稻纵卷叶螟特大发生年, 2012年境外稻飞虱迁入量巨大, 但7月下旬8月上旬四个台风连续登陆阻断了第五次北迁过程, 未出现预期的BPH暴发。

南海季风爆发较常年偏早, 基本可判定是褐飞虱轻发生年; 较常年偏晚, 后期长江中下游褐飞虱大发生的机率非常大。可将南海季风爆发早晚作为褐飞虱大发生的前期预警指标。



2012年出现了历年来规模最大的白背飞虱迁入峰, 不仅迁入早、峰次多, 而且迁入量特大。到4月底, 广西灯下始现单灯单晚万头虫峰, 5月4日桂北和黔东南始现单灯单晚十万头量级虫峰; 5月1-17日连续出现超大规模主迁峰, 上灯量均超历史记录。同期突增区纵横千余公里 (21°-30°N, 99°-118°E), 覆盖云贵川渝两湖两广闽赣十省区。到7月中旬, 稻飞虱在西南大部、江南西部、长江中游稻区偏重至大发生; 经有效防控, 长江下游和江淮稻区田间虫口密度一般百丛200~700头, 西南稻区百丛1200~3200头, 华南、江南中部、长江中游稻区百丛虫量一般600~1100头。根据这样的虫源基数, 结合栽培条件和气候因素等综合分析, 预计2012年南方中晚稻区褐飞虱将大发生。



2012年7月下旬到8月上旬, 正值褐飞虱第5次北迁盛期, 连续3个在长江以南登陆的台风形成了长时间的持续降水和北向流场, 阻断了褐飞虱北迁的空中通道, 使大量飞虱滞留当地或南迁, 随着早稻收割而使其种群数量大幅回落, 从而使褐飞虱危害最重的长江中下游稻区的迁入虫量大大减少, 直到8月底和9月上旬才有补充迁入, 发生程度远低于预期 (预计大发生, 实为中等偏重到重发生), 仅有零星点片出现冒穿。7月中下旬和8月上旬的风场条件和雨带位置可作为长江中下游稻区褐飞虱发生程度的预警指标之一。



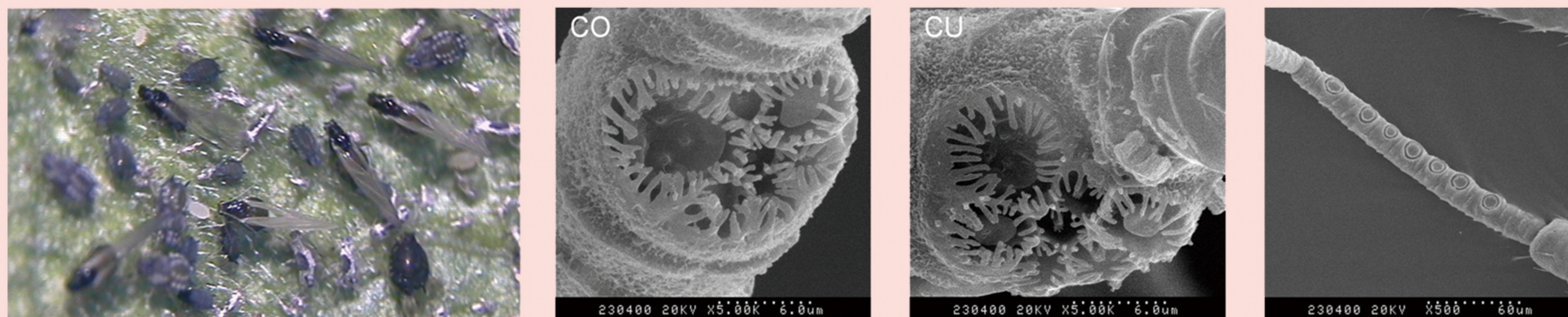
昆虫信息生态实验室

Lab of Insect Informatic Ecology

昆虫种群生态与遗传

本研究方向以昆虫种群分化、发生发展规律、调控因子与种群暴发机理等方面的探讨为重点，主要为害虫测报与灾变预警提供生物学参数与指标。同时，采用3S技术开展作物受害的高光谱遥感监测方法的探索与田间虫害监测技术的组建、集成与利用等。

棉蚜的寄主专化及食性进化：棉花型(CO)和瓜型(CU)棉蚜

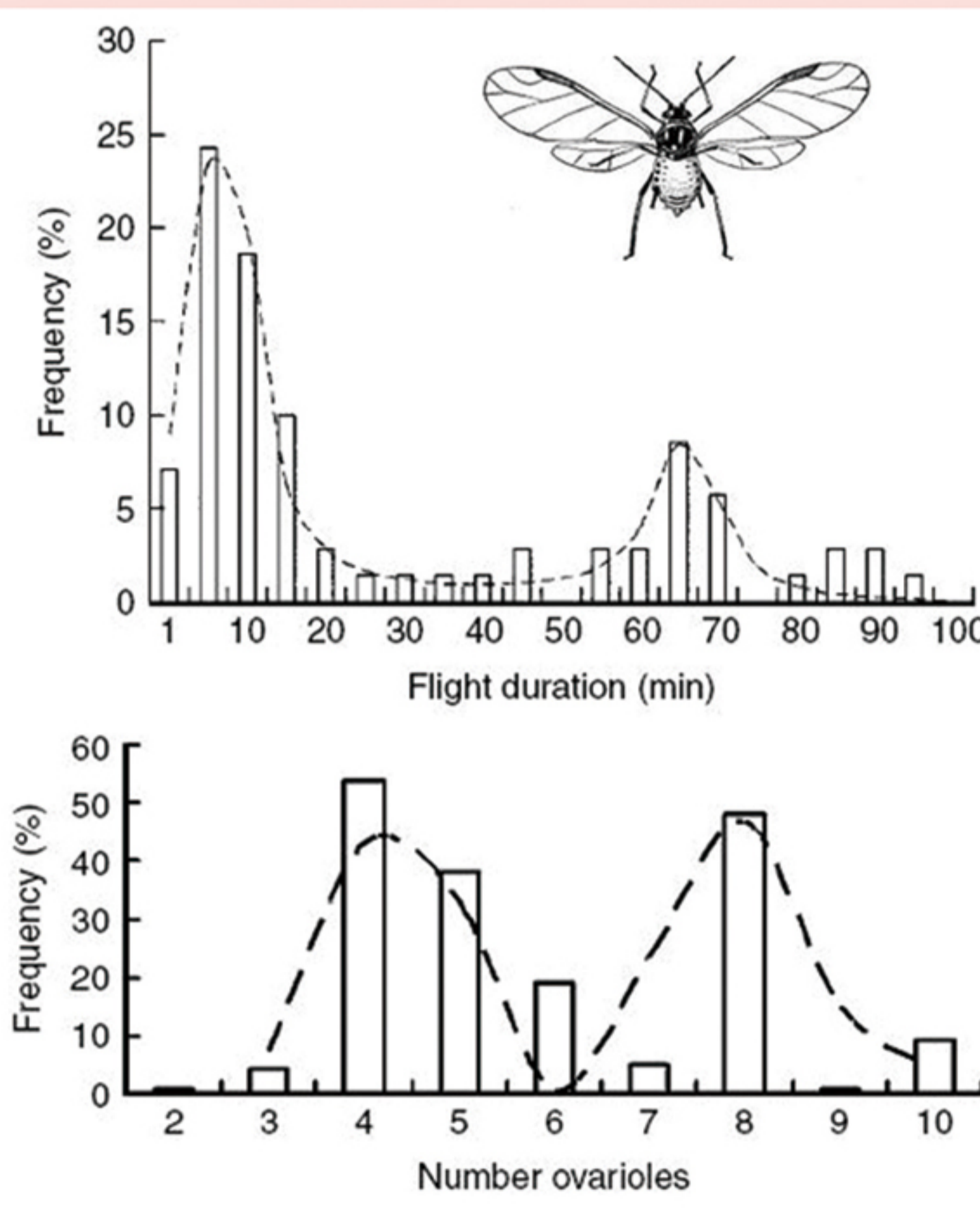
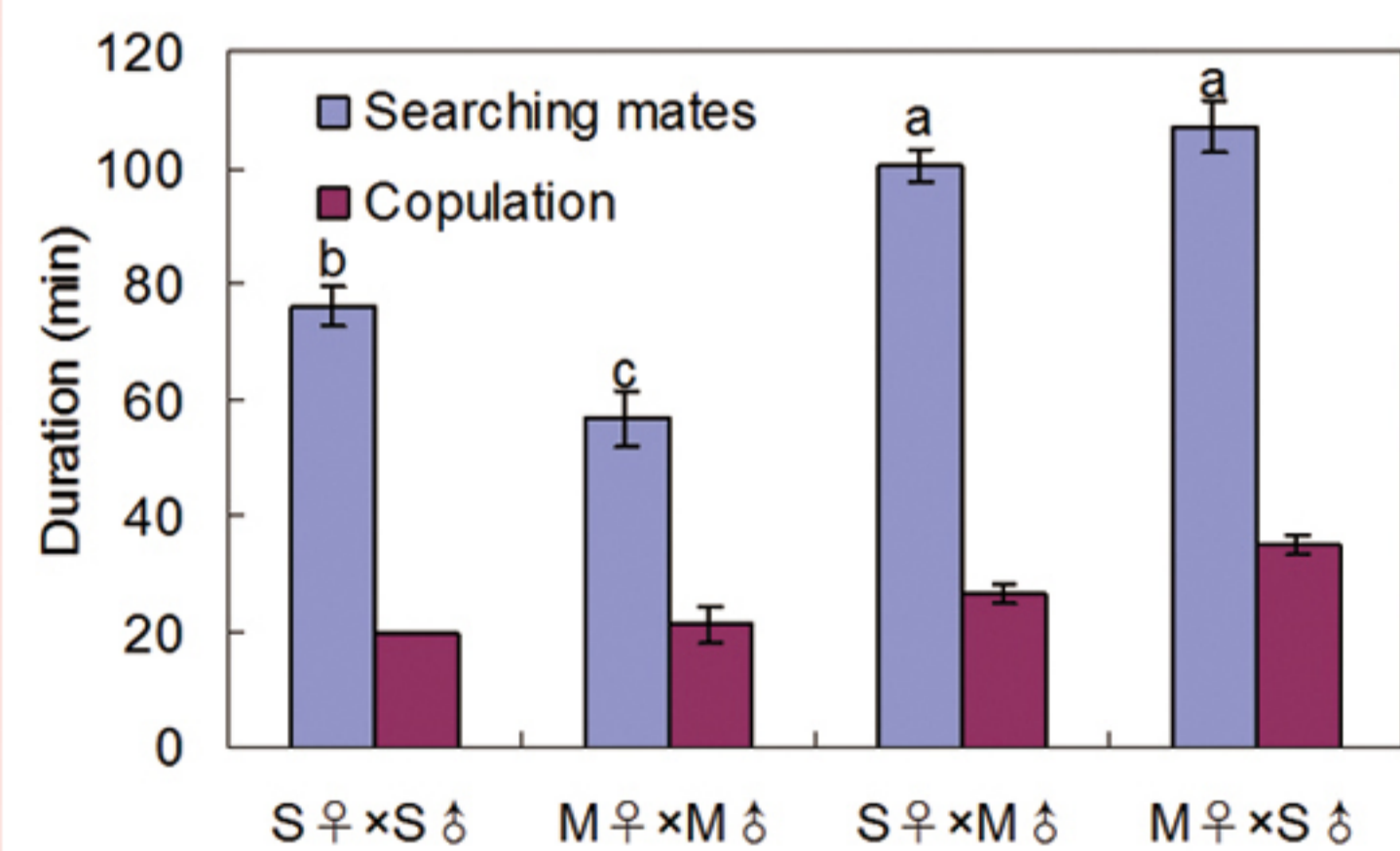


棉蚜迁飞型(M)和滞留型(S)的遗传与生活史对策

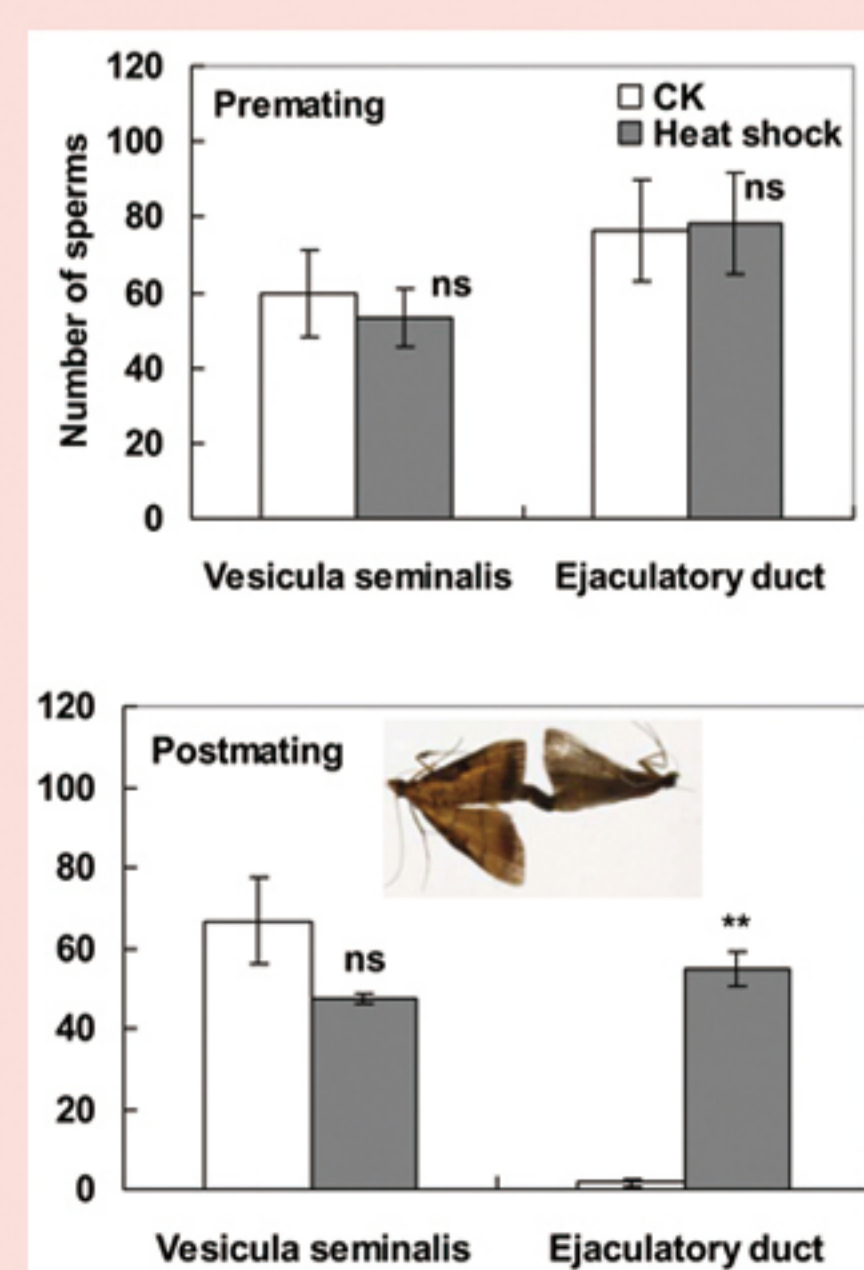


Treatment	Takeoff angle (degree) ¹	Takeoff angle (degree) ²	Takeoff ratio (%)
M♀ × S♂	61.5 ± 2.7 a	30.7 ± 3.3 a	48.1 ± 6.2 a
S♀ × M♂	56.3 ± 2.5 ab	19.5 ± 2.2 b	37.2 ± 6.5 a
M♀ ³	54.4 ± 2.9 abc	15.8 ± 2.2 b	34.4 ± 2.2 ab
S♂ ³	50.5 ± 2.2 bc	10.5 ± 1.3 c	21.6 ± 2.1 b

Means (±SE) within columns followed by different letter(s) are significantly different ($P < 0.05$).
¹ Mean takeoff angle of all the aphids that performed takeoff.
² Mean takeoff angle of all tested aphids in which the angle of the non-takeoff aphid was considered as zero.
³ Asexual parents.



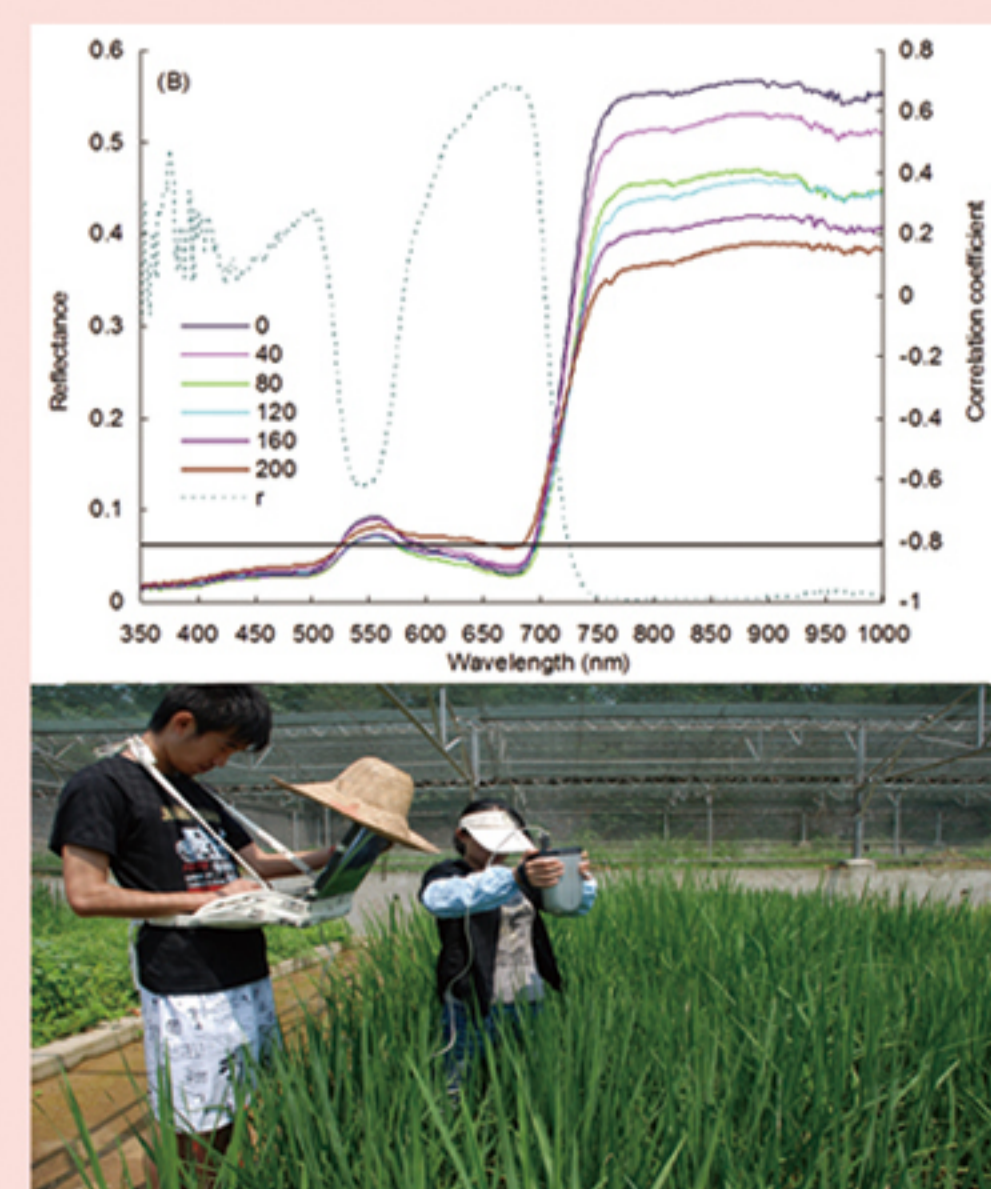
稻纵卷叶螟对温度的反应



稻纵卷叶螟的饲养



水稻害虫的光谱监测



稻飞虱翅型调控





昆虫信息生态实验室

Lab of Insect Informatic Ecology

气候变化下的昆虫生态与预测预报

气候变化已成为当前农业生产面临的最严峻的生态胁迫因子之一。气候变化必然作用于农田生态系统，改变其生物群落组成结构与功能、演替规律与发展方向，进而打破农业生态系统中“作物-害虫-天敌”之间内在的联系和固有平衡格局，最终导致有害生物暴发成灾。

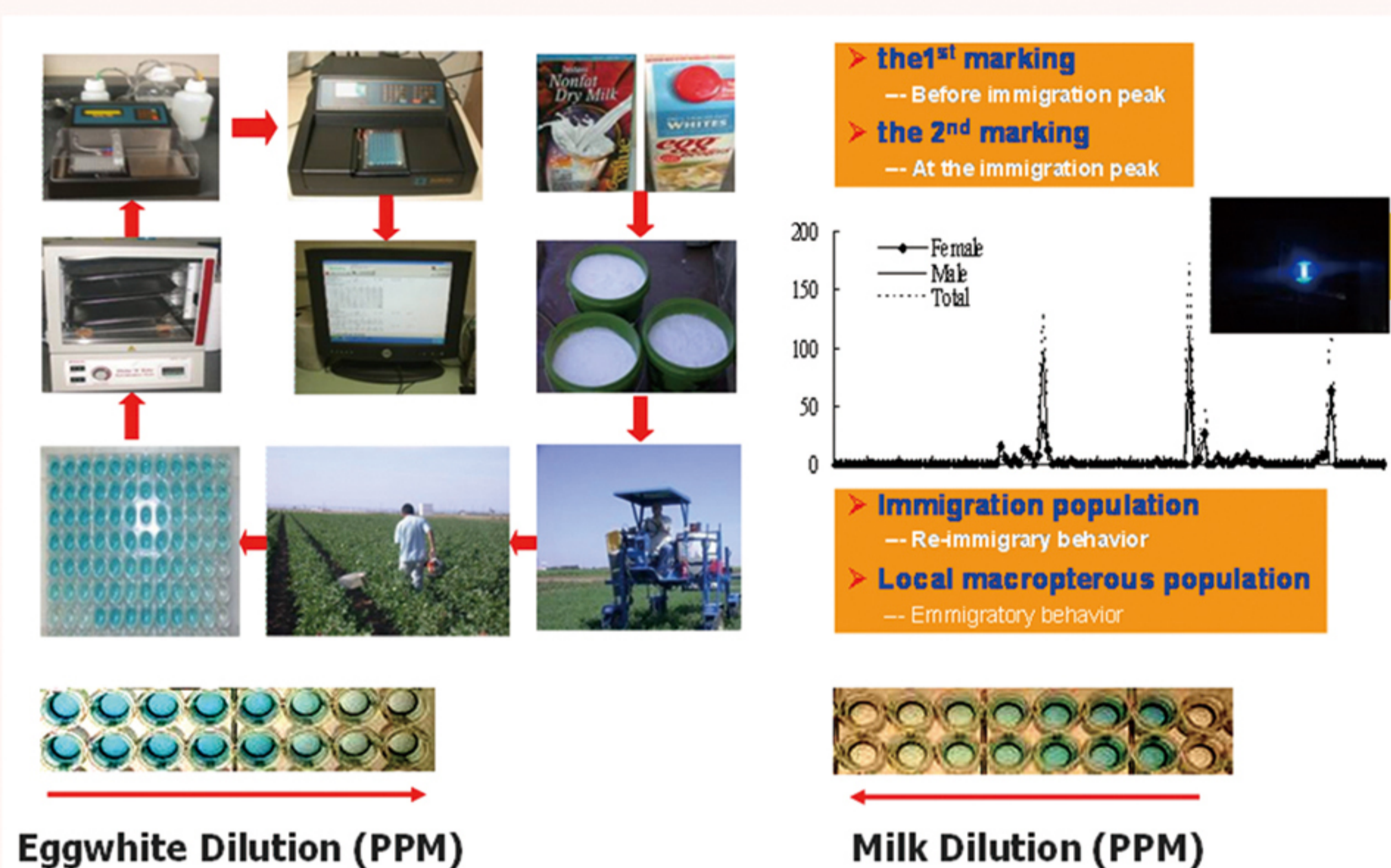
通过气候变化环境控制平台的搭建，开展气候变化影响下生态系统生物多样性评估及害虫管理研究等，最终实现新环境下生态系统稳定性调控及其害虫的有效治理，以达到“控害减排”和“维护生态平衡”之目的。

具体开展以下五个方面的研究工作

- 【1】重要农业有害生物对气候变化响应的生理生态学机制
- 【2】气候变化下作物-有害生物-天敌关系的适应与重建
- 【3】农业有害生物种群暴发与气候变化各因子关联分析
- 【4】气候变化下农业有害生物迁移扩散与暴发机制
- 【5】气候变化下农业有害生物种群暴发的监测预警平台建设



地磁定向研究装置——亚磁空间及飞行磨



昆虫迁飞行为研究——蛋白标记技术



气候变化与生物多样性和控害减排创新研究基地



气候变化与生物多样性和控害减排（联合）
创新研究基地（CCBPM）

[Joint-Innovation Research Platforms for Climate Change, Biodiversity and Pest Management]

Homepage: <http://www.ccbpm.org>



昆虫信息生态实验室

Lab of Insect Informatic Ecology

研究成果

近五年来，本实验室在昆虫迁飞行为、害虫灾变预警、全球变化、昆虫种群分化与进化等方面已发表论文百余篇，出版教材两部，获软件著作权一项，国家专利五项，主办全国性学术会议多次。

主要论文

- ◆ Yu JL, An ZF, Liu XD, 2014. Wingless gene cloning and its role in manipulating the wing dimorphism in the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera*. BMC Molecular Biology, 15:20.
- ◆ Huang JR, Sun JY, Liao HJ, Liu XD, 2014. Detection of brown planthopper infestation based on SPAD and spectral data from rice under different rates of nitrogen fertilizer. Precision Agriculture. doi 10.1007/s11119-014-9367-4.
- ◆ Zheng DB, Hu G, Yang F, Du XD, Yang HB, Qi GJ, Qin RR, Liang ZL, Zhang XX, Cheng XN, Zhai BP, 2014. Ovarian development status and population characteristics of rice planthoppers *Sogatella furcifera* (Horv áth) and *Nilaparvata lugens* (Stål): Implications for pest forecasting. Journal Applied Entomology, 138 (1-2): 67-77.
- ◆ Wan GJ, Dang ZH, Wu G, Ge F, Parajulee MN, Chen FJ, 2014. Single and fused transgenic *Bacillus thuringiensis* rice alter the species-specific responses of non-target planthoppers to elevated carbon dioxide and temperature. Pest Management Science, 70 (5): 734 - 742.
- ◆ Wan GJ, Jiang SL, Liu YX, Zhao ZC, Tao XR, Sword GA, Pan WD, Chen FJ, 2014. Bio-effects of near-zero magnetic fields on the growth, development and fecundity of small brown planthopper, *Laodelphax Striatellus* and brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Journal of Insect Physiology, 68: 7 - 15.
- ◆ Hu G, Lu F, Zhai BP, Lu MH, Liu WC, Zhu F, Wu XW, Chen GH, Zhang XX, 2014. Outbreaks of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) in the Yangtze River Delta: Immigration or local reproduction? PLoS ONE, 9(2): e88973.
- ◆ Hu G, Lu F, Lu MH, Liu WC, Xu WG, Jiang XH, Zhai BP, 2013. The Influence of typhoon Khanun on the return migration of *Nilaparvata lugens* (Stål) in eastern China. PLoS ONE, 8(2): e57277.
- ◆ Huang JR, Liao HJ, Zhu YB, Sun JYi, Sun QH, Liu XD, 2012. Hyperspectral detection of rice damaged by rice leaf folder (*Cnaphalocrocis medinalis*). Computers and Electronics in Agriculture, 82:100-107.
- ◆ Chen FJ, Wu G, Ge F, Parajulee MN, 2011. Relationships between exogenous-toxin quantity and increased biomass of transgenic Bt crops under elevated carbon dioxide. Ecotoxicology and Environmental Safety, 74 (4): 1074 - 1080.
- ◆ Hu G, Cheng XN, Qi GJ, Wang FY, Lu F, Zhang XX, Zhai BP, 2011. Rice planting systems, global warming and outbreaks of *Nilaparvata lugens* (Stål). Bulletin of Entomological Research, 101(2): 187-199.
- ◆ Liu XD, Gao X, 2010. Effect of reproductive mode on host plant utilization of melon aphid (Hemiptera: Aphididae) . Environmental Entomology, 39(6):1878-1883.
- ◆ Hu G, Xie MC, Lin ZX, Xin DY, Huang CY, Chen W, Zhang XX, Zhai BP, 2010. Are outbreaks of *Nilaparvata lugens* (Stål) associated with global warming? Environmental Entomology, 39(6): 1705-1714.
- ◆ Chang XL, Zhai BP, Wang BX, Sun CH, 2009. Effects of the mixture of avermectin and imidacloprid on mortality and developmental stability of *Coper a annulata* (Odonata: Zygoptera) larvae. Biological Journal of the Linnean Society , 96 (1): 44-50.
- ◆ Han LZ, Gu HN, Zhai BP, Zhang XX, 2009. Genetic effects on flight capacity in the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lep., Noctuidae). Journal of Applied Entomology, 33 (4): 262-271.
- ◆ Zhang GY, Zhai BP, 2009. Isolation and characterization of eight polymorphic microsatellite loci in the Oriental armyworm, *Pseudaletia separata* (Lepidoptera: Noctuidae). Molecular Ecology Resources, 9(6): 1460-1466.
- ◆ Han LZ, Gu HN, Zhai BP, Zhang XX, 2008. Reproduction-flight relationship in the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). Environmental Entomology, 37(2): 374-381.
- ◆ Liu XD, Zhai BP, Zhang XX, Gu HN, 2008. Variability and genetic basis for migratory behaviour in a spring population of the aphid, *Aphis gossypii* Glover in the Yangtze River Valley of China. Bulletin of Entomological Research, 98(5):491-497.
- ◆ Chang XL, Zhai BP, Liu XD, Wang M, 2007. Effects of temperature stress and pesticide exposure on fluctuating asymmetry and mortality of *Coper a annulata* (Selys) (Odonata: Zygoptera) larvae. Ecotoxicology and Environmental Safety, 67:120-127.

