

国家重点基础研究发展规划项目

编者按 《国家重点基础研究发展规划》(简称《规划》)是 1997 年由原国家科技领导小组批准并组织实施的。截至目前,《规划》立项 87 项,其中农业领域 11 项,能源领域 10 项,信息领域 1 项,资源环境领域 15 项,人口与健康领域 12 项,材料领域 12 项,基础科学前沿 16 项;单项投入达 2 000 万—3 000 万元;聘任项目首席科学家 108 位。

为使广大读者能及时了解中国科学院作为主要牵头单位承担的《规划》项目的进展情况,从本期起开辟专栏进行连续报道。

海水重要养殖生物 病害发生和抗病力的基础研究^{*}

关键词 海水养殖,病害,抗病力

1 首席科学家

相建海 中国科学院海洋研究所所长,中国科学院实验海洋生物学开放室主任,研究员,博士生导师。1946 年 5 月出生。1969 年毕业于南开大学生物系。1980 年赴西德康斯坦茨大学深造。1982 年 10 月回国。南京大学、青岛海洋大学、上海水产大学兼职教授。海洋学会、海洋湖沼学会、甲壳动物学会、水产学会等学会副理事长,常委。发表论文、专著和报告近百篇,专利 3 项,获奖多次。国家攀登计划 B“海水养殖生物优良种质和抗病力的基础研究”第二主持人,国家“863”项目海洋生物技术主题(819)第二届专家组组长。

创建、推动了我国海洋动物细胞和种群遗传学研究,提高了甲壳动物生物学研究层次。在国内率先研究和系统总结了甲壳类同工酶特征,并分析了种群遗传多样性。为海洋动物遗传育种的研究和产业化做出了重要贡献。首次成功诱导出批量三

倍体对虾并实现养成。在海洋生物高技术战略研究与发展,蓝色农业病害防治和健康养殖重大项目组织实施中发挥关键作用。先后 20 余次应邀到美、加、澳、德、英、法、韩、新加坡等国作学术报告或参加合作研究。指导博士后 4 人,博士 15 人,硕士 10 人。

1994 年以来,先后被评为中国科学院有突出贡献的中青年专家、全国优秀留学回国人员、山东省专业技术拔尖人才。

2 科学内涵及意义

发展蓝色农业,是确保 21 世纪 16 亿中国人口食物安全和富国强民的重要举措,也是国际海洋开发的热点。我国已形成世界规模最大的海水养殖业,目前制约其发展的瓶颈是病害发生日趋严重,优质、抗逆的优良品种匮乏和养殖生态环境日趋恶化。本项目瞄准我国海水养殖业面临的病害、种质和环境等重大科学问题,从分子、细胞、个体和群体

* 收稿日期:2001 年 4 月 13 日

不同水平,实现学科交叉,开展相关基础研究,着重解决重要海水养殖动物大规模死亡的流行病学、海洋生物抗感染的防御体系、抗病力的遗传学基础和环境因子对病原流行及宿主抗病力的影响等关键科学问题。研究内容涉及养殖动物病因学和主要病原致病机理,不同类型养殖生物防御病原体的反应过程与特征,养殖生物抗病力的遗传基础和选育途径以及环境胁迫对抗病力的影响机制和生态调控等四个方面。其目标是从基础理论上对病害和抗病力问题给予科学的回答,培育 2—3 个具有较高抗逆性的养殖新品种,创建 2—3 种结构优化的浅海和池塘养殖模式,提出 2—3 种养殖环境清洁技术,为全面指导我国海水养殖业健康、可持续发展提供理论支撑和技术储备,在国际海洋生物学和水产学科前沿领域占有一席之地,培育和造就一批富有创新能力的中青年学术带头人。

3 研究进展及创新点

项目实施时间:1999 年 10—2004 年 9 月。两年来,研究人员思想上高度重视、团结协作、分工明确、兢兢业业,在研究方面取得了一些突破。针对目前最突出的病害发生和危害问题,围绕病原致病机理、提高生物抗病力的途径、抗病品种培育和环境生态调控等科学问题,进行了卓有成效的工作,取得了一批较高水平的研究成果。

(1) 海水重要养殖动物病因学和主要病原致病机理的研究。对扇贝大规模死亡原因进行了系统的调查分析,开展了流行病学、病原学、组织病理学和有关环境因子的相关研究,对扇贝生长的不同阶段进行了针对性的研究,对不同种类、不同种苗来源的扇贝的死亡规律和可疑病原进行了比较,首次发现了感染贝类的立克氏次体、派金虫、病毒等多种新病原,研究结果居国际先进水平。完成了 WSSV 结构蛋白的分析与糖蛋白定位、cDNA 文库建立、WSSV 结构蛋白和对虾细胞膜的单克隆抗体等工作,其中 WSSV 结构蛋白定位、囊膜弹性骨架、糖蛋白定位、病毒上的酶活性等研究是国际上首次开展的工作。从牙鲆及石斑鱼中分离并初步确定了 11 种病原;查明了病原菌的感染途径;建立了可疑致病因子的分离纯化技术。

(2) 不同类型海水养殖生物防御病原体的反应过程与特征。研究了海带的主要病变现象,建立了海带表面微生物的实验室培养体系和负感染生物检测模型;确定了具有病原感染特征的微生物主要是杆菌,海带的病变主要是色素体组织的破坏;首次观测到低等植物防御机制直接证据,发现了海带在受到病原体感染时具有主动化学防御反应现象;应用牙鲆体外培养细胞系来制备淋巴囊肿病毒和花鲈烂尾烂皮病细菌疫苗,并对牙鲆鱼免疫器官组织学进行了系统研究。

(3) 海水重要养殖生物抗病力的遗传基础和选育途径的研究。在中国对虾中获得 31 个微卫星序列,已注册到 GenBank 中,与华大基因研究中心合作,构建了中国对虾 cDNA 噬菌体文库和质粒文库,测定了 EST 序列 10 000 个。到目前为止,国外同行仅有约 2 500 个 EST 标记的报道;建立和发展了扇贝 EST、微卫星 DNA、mRNA 差异显示等技术;筛选了中国对虾抗病毒家系,选育对虾比对照组平均体重增长 13.26%;初步优选出的紫菜 972 品系在生产对比实验中比对照品系增产 74%,紫菜细胞育种工作获国家海洋局科技创新奖一等奖和中国科学院科技进步奖一等奖;优化对虾三倍体的诱导条件使三倍体对虾的最高诱导率达 90% 以上,栉孔扇贝三倍体育种诱导率稳定在 80% 以上,成体的三倍体率占 62.77%;利用基因枪方法在世界上第一次成功地将带有 GFP 报告基因的外源 DNA 转入中国对虾受精卵中。

(4) 环境胁迫对抗病力的影响机制和生态调控的研究。研究发现,环境因子的突变是造成对虾抗病力下降的重要原因,建立了抗病力指标分析的方法和病原生物感染实验方法及螯虾感染 WSSV 的模型;首次研究了中国对虾补偿生长现象以及变温对中国对虾代谢的影响,测定刺参摄食和能量代谢的影响,研究开发了扇贝、海带和刺参单养或混养的生态养殖模式,分析了浅海养殖系统自身污染物的收支。

对虾病害综合性防治技术研究项目,获广西壮族自治区科技进步奖二等奖,研究结果达到国际先进、国内领先水平。

大陆深俯冲作用*

关键词 大陆深俯冲作用

1 首席科学家

从柏林 中国科学院地质与地球物理研究所研究员, 博士生导师; 中国地质学会理事, 中国矿物岩石地球化学学会岩石学专业委员会副主任; 《中国科学》和《科学通报》编委, 《岩石学报》主编; 中国科学技术大学、中国科学院研究生院、西北大学、中国地质大学(武汉) 兼职教授。

一直致力于岩石学与大地构造学相结合的研究, 对开拓我国岩石大地构造学研究有系统建树。60年代初在我国最先发表地幔橄榄岩包体研究成果; 1973年提出和论证攀西古大陆裂谷; 80年代初发现并详细研究了太古代特有且少见的含高铁橄榄石的英榴易熔岩, 得到国外高度评价; 长期深入研究中国东部中、新生代火山岩, 论证它们分别形成于活动的和张裂的大陆边缘; 通过对前寒武纪基底、蛇绿混杂岩和双变质带研究, 确认滇西古特提斯的存在, 查明了腾冲新生代火山岩岩浆来源于古地幔楔; 90年代主持了大别山-苏鲁超高压变质带研究, 与研究组一起发现了粒间柯石英, 确认超高压岩石是多源的并构造侵位于片麻岩中, 为我国在该领域处于国际先进行列做出了重要贡献。著有《岩浆活动和火成岩组合》、《中国大别山-苏鲁地区超高压变质岩》(英文) 等著作7部和论文近百篇, SCI 检索引用达300余次, 有的还被国外翻译。及时向国内系统地介绍现代成因岩石学理论和研究方法, 把造岩矿物学、固溶体热力学及地球化学研究引入岩石学, 促进了我国在该领域与国际接轨。迄今已培养硕士研究生3名, 博士研究生6名。主持过3个中国科学院及国家自然科学基金重点课题, 曾获中国科学院科技进步奖、自然科学奖一等奖和二等奖, 1994年获国家级有突出贡献的中青年

科学家称号。

2 科学内涵及意义

板块构造学说的核心证明了大洋板块可被俯冲到地幔720km深处, 并由于大洋板块的俯冲产生了岛弧或活动大陆边缘。随着这一理论被应用于解释大陆地质, 研究者发现了一些难以解释的科学问题。因为按照该学说, 大陆岩石圈板块密度低, 不可能俯冲到密度高的地幔中。

1984年, 法国地质学家在西阿尔卑斯变质沉积岩中发现了超高压变质矿物柯石英。80年代末和90年代初, 经广泛的国际合作研究确认, 我国大别山-胶东-苏北地区发育有地球上规模最大、出露最好的超高压变质带。在该带上不仅发现柯石英, 还发现金刚石, 甚至发现了压力可达7—12GPa的一些矿物相。这些研究表明, 低密度的大陆壳物质也可被俯冲到200—300km深的地幔中, 后又折返出露地表。这一发现在国际固体地球科学界引起极大震动。大陆深俯冲及回返过程必然对大陆岩石圈的结构、组成和演化以及对圈层的相互作用造成巨大影响。而这一过程在板块构造理论中并未涉及, 且至今未能得到合理的解释。可以说, 超高压变质岩为人类认知有关大陆深部构造和大陆岩石圈演化及其动力学过程提供了一个不可多得的天然窗口。

大陆深俯冲和碰撞造山作用是研究大陆地质最核心的科学问题, 也是当前国际固体地球科学研究的热点和前沿。这项研究无疑将改变现行的地球动力学观, 导致新的固体地球科学理论的产生, 一场新的地球科学革命将会随大陆深俯冲研究的深入而触发。

该研究领域与能源和资源的可持续利用密切

* 收稿日期: 2001年4月20日

相关,并可促进相关技术的发展。

3 研究进展及创新点

项目实施时间:1999年12月—2004年11月。
已取得的主要进展有:

(1) 找到大陆岩板俯冲深度的新证据。在产于苏鲁地区的超基性岩的单斜辉石中发现高达5%—10%的细微高钾矿物出熔金云母,说明出熔前的单斜辉石富含很高的钾。初步研究显示,主晶单斜辉石形成于大于50kbar的压力,即俯冲作用的深度可能达到170km。

(2) 片麻岩锆石中柯石英包裹体的确定。在超高压带中,各种片麻岩占总体积的80%以上。采用显微喇曼光谱技术,在所有种类片麻岩的锆石中发现了柯石英、硬玉、雯石等高压和超高压矿物包裹体,从而证明大别山—苏鲁超高压变质带中除晚期侵入体外的大部分岩石均经历了超高压变质作用。

(3) 找到高铝榴石的超高压证据和超高压流体证据。在片麻岩的榴石中找到了柯石英包裹体,从而直观地证明主晶榴石是在超高压条件下结晶的。含柯石英的榴石富含氟和磷,氟在超高压条件下取代(OH)⁻¹可能导致超高压富水流体的析出。这也证明在部分岩石中超高压变质作用是在有流体参与的情况下进行的。

(4) 发现超高压岩石多硅白云母的脱水熔融及流体的产生。在桃行地区的榴辉岩的绿辉石中发现钾长石+石英+方解石聚晶包裹体,可能为重结晶的熔体包裹体。在基质中发现细粒蓝晶石细脉,疑为白云母熔融后的残留体。研究证明,多硅白云母的脱水熔融发生于柯石英榴辉岩回返早期位于40—50km深的壳幔结合部。这一成果暗示了与超高压变质岩回返过程相应的岩浆发生的可能性。

(5) 同碰撞岩浆岩的确认。获得甲子山辉石正长岩体的2个锆石U-Pb年龄为212Ma和209Ma,文登二长花岗岩体的2个锆石U-Pb年龄为197Ma和176Ma。因此确认在胶东地区存在同碰撞岩浆岩,其发育的时代仅比超高压变质峰期晚20—50Ma。

(6) 有机碳的发现。首次观测到大别山超高压榴辉岩及其磷灰石具有典型有机碳同位素组成(¹³C = -20.8‰—-28‰)。进一步证明该榴辉岩原岩

曾出露地表,并在深俯冲到地幔中以与地幔仅发生过有限的相互作用。它还证明超高压变质阶段流体以含有亏损¹³C的CO₂为特征。

(7) 地热研究。超高压变质地体分布区表现出高地表热流和低地温梯度特征。其中,地温梯度(19—26 °C/km)较大陆地区平均值偏低;实测热流值为76—80mW/m²,高于中国大陆地区平均热流值及相邻苏北盆地地表热流平均值。

(8) 发现西天山的超高压证据。在西天山榴辉岩中发现了一些超高压变质矿物和结构,初步确定西南天山榴辉岩相变质作用经历了超高压变质过程。如在榴辉岩和变质泥质岩石中发现了菱镁矿(magnesite),具有多晶集合体的柯石英假像,绿辉石中石英的出熔条纹,以及蓝闪石-硬绿泥石的矿物共生等。

研究工作正在按计划进行。据不完全统计,已进行野外考察工作80人月,采集各类样品逾4000件,进行各类分析近万件,计划的典型地区的构造填图和岩石学填图已经完成,实验室技术的改进已经完成。地球物理的野外施工正在顺利进行。截至今年初,该项目已在SCI收录的国际刊物上发表论文6篇,SCI收录的国内刊物上发表8篇。代表性成果有:单斜辉石中发现高达5%—10%的细微高钾矿物出熔,这是大陆岩板俯冲深度的新证据;采用显微喇曼光谱技术,在各类片麻岩的锆石中发现了柯石英、硬玉、雯石等高压和超高压矿物包裹体,从而证明大别山—苏鲁超高压变质带中除晚期侵入体外的大部分岩石均经历了超高压变质作用。高铝榴石作为超高压证据的研究和确认;发现超高压岩石多硅白云母的脱水熔融及流体的产生的证据;成功地识别出超高压地体早期构造要素;首次观测到大别山超高压榴辉岩及其磷灰石具有典型有机碳同位素组成,进一步证明该榴辉岩原岩曾出露地表,并在深俯冲到地幔中以后与地幔仅发生过有限的相互作用等。

4 预期目标

项目总体科学目标是:提出大陆深俯冲的地球动力学及其对岩石圈演化的影响的理论体系。研

(下转191页)