

ВВЕДЕНИЕ

Две основные проблемы связаны с изучением подводного вулканизма островных дуг: 1) проблема гидротермально-осадочного сульфидного рудообразования; 2) проблема генезиса магм островных дуг. Первая из них вызвана тем, что, несмотря на широкое проявление современного сульфидного рудообразования в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов, древние аналоги таких руд практически отсутствуют. Наоборот, месторождения сульфидных руд типа Куроко, широко распространенные на континентах, формировались в районах проявления подводного вулканизма древних островных дуг. В современных же островных дугах мощные подводные гидротермальные системы, с которыми может быть связано сульфидное рудообразование, пока неизвестны.

Вопрос о генезисе магм островных дуг и природе островодужных серий вулканических пород остается дискуссионным, несмотря на длительную историю изучения. Во многом это связано со слабой изученностью подводных вулканов и малочисленностью детальных структурно-петрологических и петрогеохимических исследований.

Учитывая эти обстоятельства. Институтом вулканологии ДВО АН СССР (г.Петропавловск-Камчатский) совместно с Институтом геохимии СО АН СССР (г.Иркутск) и Институтом геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) АН СССР (г.Москва) начиная с 1981 г. в рейсах НИС "Вулканолог" проводится систематическое изучение подводных вулканов Курильской островной дуги и сравнение петрогеохимических характеристик их лав с лавами наземных вулканов. Эта дуга наиболее доступна для изучения, и в ней соотношение наземных и подводных вулканов примерно равное.

Первые сведения о подводных вулканах Курильской островной дуги были получены в конце 50-х годов Институтом океанологии АН СССР в рейсах НИС "Витязь" (23). Однако данные о геологическом строении и составе слагающих вулканы пород практически отсутствовали. В 70-е и 80-е годы Сахалинским комплексным научно-исследовательским институтом (СахКНИИ) проведены рейсы НИС "Пегас", Морской геофизик" и "Орлик" с драгированием ряда вулканов (61,76). В результате этих исследований было опубликовано около 150 силикатных анализов с 12 подводных вулканов. В 1982 г. к ним добавилось еще около 40 анализов по подводным вулканам Центральным и Северным Курил, причем опубликован был только средний состав пород без привязки к конкретным вулканическим постройкам (52). В этой же работе опубликованы первые данные о средних содержаниях редких и рассеянных элементов в лавах подводных вулканов. В последнее время появились также новые данные о содержании Cu, Zn и элементов группы Fe в подводных лавах из коллекции сотрудников СахКНИИ (166). Немногочисленны и данные о составе минералов из лав подводных вулканов (76,166).

Вещественный состав лав наземных вулканов Курильских островов охарактеризован значительно более обстоятельно, чем подводных. Так, к началу 80-х годов имелось более 1200 силикатных анализов четвертичных вулканических пород (Федорченко, Пискунов, 1982 г.). В последние годы появились новые анализы по результатам исследований СахКНИИ (3,117), МГУ (123) и др. Сведения о редко-элементном составе вулканических пород Курильских островов содержатся в работах Ю.А.Балашова (20), Л.Л.Леоновой (91,92), А.И.Абдурахманова и др. (2-6), Л.П.Орловой (104), Э.И.Пополитова и О.Н.Вольнца (121), И.Н. и Г.И. Говоровых (52), Л.Л.Петрова и др. (III).

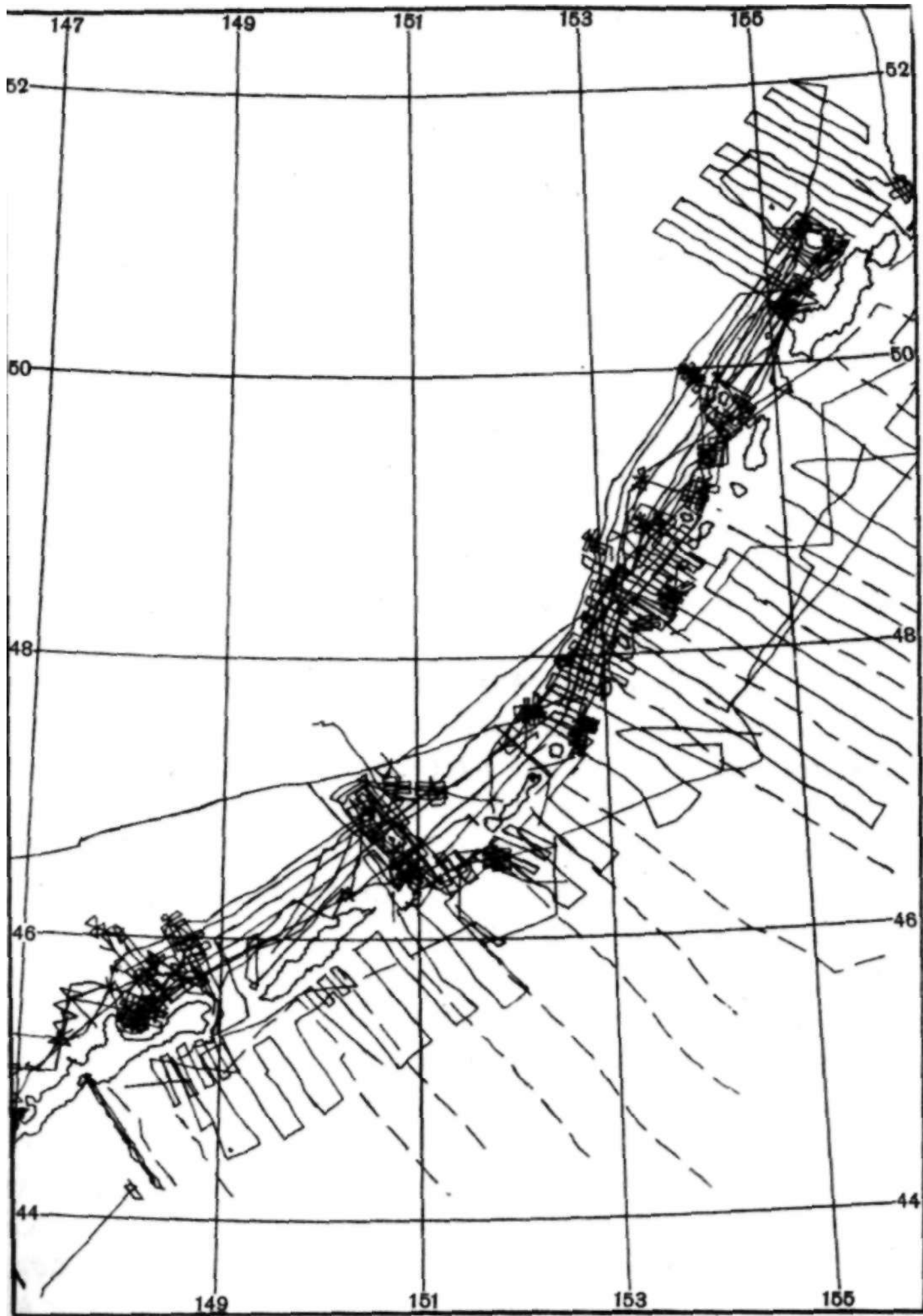
Имеющиеся петрогеохимические данные по наземным вулканам Курильских островов не получили однозначного толкования. Одни исследователи (Б.Н.Пискунов, А.И.Абдурахманов, В.И.Федорченко, Э.И.Пополитов, О.Н.Вольнец и др.) поддерживают развивавшиеся ранее Г.С.Горшковым, Е.К.Мархининым и др. представления о наличии в пределах Курильской островной дуги поперечной петрогеохимической зональности, другие говорят о пестрой картине распределения пород разной щелочности (91) и об отсутствии закономерных поперечных вариаций состава пород: (120). Одни исследователи вслед за Г.С.Горшковым (56) полагают, что состав вулканических пород не зависит от мощности консолидированной коры, другие прямо связывают эти характеристики, а третьи полагают, что состав лав зависит от глубины промежуточных магматических очагов. Такая разноречивая картина, на наш взгляд, во многом вызвана тем, что около 90% всех наземных вулканов приурочены к фронтальной зоне дуги, а геохимические данные по подводным вулканам, которые сосредоточены в основном в тыловой части дуги, практически отсутствуют.

Минеральный состав лав наземных вулканов Курильских островов изучен недостаточно. В работах Г.С.Горшкова и А.И.Абдурахманова показано, что от фронтальной части дуги к тыловой происходит смена двупироксеновых ассоциаций вкрапленников в лавах на амфибол-пироксеновые, однако детально состав вкрапленников не изучался.

Важную информацию о составе плавящегося субстрата дают включения, содержащиеся в лавах вулканитов. В.И.Федорченко, Р.И.Родионовой (155) собрана и проанализирована большая коллекция полнокристаллических включений, позволившая высказать представления о габброидном составе субстрата в очагах плавления Курильской островной дуги. Однако до последнего времени данные о составе включений в лавах тыловой (Западной) зоны Курил практически отсутствовали, так что оставалось неясным, меняется ли вкряст дуги состав глубинных включений и соответственно состав плавящегося субстрата.

Такова в общих чертах информация об изученности подводных вулканов и состоянии проблемы латеральных неоднородностей вещественного состава лав наземных и подводных вулканов, т.е. о зональности вещественного состава Курильской островной дуги в целом, на начало проведенных нами в рейсах НИС "Вулканолаг" исследований.

К настоящему времени в течение 1981-1987 гг. проведено шесть рейсов НИС "Вулканолаг", направленных на изучение вулканизма Курильской островной дуги. Схема промерно-геофизических галсов, пройденных в этих рейсах, показана на рис.1. По этим галсам выполнены эхолотный промер, сейсмопрофиллирование, магнитная съемка. С учетом полученных данных проводилось драгирование подводных вулканов с отбором и анализом проб вулканических пород. Для получения сопос-



Р и с. I. Схема галсов эхолотного промера, НСП, магнитной съемки, выполненных в рейсах НИС "Вулканолог" в 1981-1987 гг.

тавимого материала отбирались также пробы вулканических пород с наземных вулканов как в тыловой, так и во фронтальной части дуги.

В пределах Курильской островной дуги был составлен каталог 97 подводных вулканов и гор предположительно вулканического происхождения (см. гл. 2). Для 80 из них получен материал драгирования. В настоящей работе дается первое систематическое каталожное описание подводных вулканов и гор, а также петрогеохимическая характеристика драгированных вулканических пород. Рассмотрены особенности морфологии, строения и магнитного поля 89 построек, из которых более 50 являются четвертичными подводным вулканами.

При петрогеохимической характеристике подводных и частично наземных вулканических построек использовано около 1100 новых полных силикатных анализов, а также более 1000 определений Rb, Li, Ba, Sr, V, Cr, Ni, Co, Cu, Zn, около 650 - Be, W, P, от 130 до 150 анализов U, Th, Nb, Ta, Zr, Hf, Pb, Zn, более

130— РЗЭ. Химический состав минералов в лавах охарактеризован более 2000 микронзондовых определений. Аналитический материал приведен в приложении к работе.

Для выявления условий магмообразования и петрогенезиса вулканических пород в работе использовано 220 анализов изотопного состава стронция, 28 - неодима, из которых 66 анализов стронция и все анализы неодима выполнены по материалам авторов. Кроме того, роль осадков в магмообразовании под Курильской островной дугой оценена по содержанию изотопа ^{10}Be в лавах современных извержений 9 вулканов (14 определений). Последние анализы сделаны в Институте Карнеги (г.Вашингтон, США) под руководством проф.Ф.Тера по материалам автора.

При осмсленном рассмотрении наземных и подводных вулканов выявлены закономерности их пространственно-структурного распределения, особенности поперечной и продольной петрогеохимической, минералогической и изотопной зональности, латеральные вариации распределения включений в лавах. Все эти данные позволили предположить и обосновать модель магмообразования и оценить влияние различных факторов в петрогенезис лав Курильской островной дуги.

Основной материал, использованный в настоящей работе, получен в рейсах НИС "Вулканолаг", которые проводились лабораторией подводного вулканизма Института вулканологии ДВО АН СССР под руководством Г.П.Авдейко (рейсы П, 15, 17, 24 и 25). Один из рейсов возглавлял Г.М.Гавриленко (рейс 29). В работах принимали участие также сотрудники Института геохимии СО АН СССР А.Ю.Антонов (рейсы 15, 17, 24 и 25), ИГЕМ АН СССР - А.А.Цветков (рейс II), Н.Г.Гладков (рейс 15) и других научных учреждений.

Морские геофизические исследования во всех рейсах осуществлялись В.И.Бондаренко (сейсмопрофиллирование) и В.А.Рагидовым (магнитная съемка) с участием других сотрудников лаборатории подводного вулканизма. Геологические работы во время рейсов (драгирование, наземные геологические маршруты, опробование вулканов) проводились в основном Г.П.Авдейко (рейсы 11, 15, 17, 24 и 25), О.Н.Волынцом (рейсы 11, 15 и 17), А.Ю.Антоновым (рейсы 15, 17, 24 и 25), А.Ю.Цветковым (рейс II) и Н.Г.Гладковым (рейс 15).

Основную часть петрографических исследований вулканических пород в камеральный период осуществили О.Н.Волынец и А.Ю.Антонов и частично А.А.Цветков и Н.Г.Гладков. Практически весь объем геохимических работ как на этапе подготовки проб, так и при лабораторном анализе выполнены А.Ю.Антоновым. Систематизацию петрогеохимических материалов и их математическую обработку проводили И.А.Марков и А.А.Палуева.

Кроме того, в получении материалов в рейсах и в их обработке участвовали практически все сотрудники лаборатории подводного вулканизма Института вулканологии и некоторые сотрудники других институтов, которым авторы приносят свою глубокую признательность. Особенно благодарны авторы Ю.М.Пузанкову, взявшему на себя труд проанализировать многочисленные пробы на содержание U и Th и участвовавшему в написании соответствующих разделов в главе "Геохимическая зональность", а также Н.Ф.Марковой, выполнившей всю техническую работу по подготовке рукописи к печати.