

УДК [631.4:56](479.25)

ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОПОЧВ И ПЕДОСЕДИМЕНТОВ СТОЯНОК ПЕРВОБЫТНОГО ЧЕЛОВЕКА В ДОЛИНЕ р. ДЗОРАГЕТ (АРМЕНИЯ)

Е. М. Столпникова¹, Н. О. Ковалева²

¹ *Институт экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
Россия, 119071, Москва, Ленинский просп., 33
E-mail: opallada@yandex.ru*

² *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12
E-mail: natalia_kovaleva@mail.ru*

Поступила в редакцию 09.06.14 г.

Характеристика палеопочв и педоседиментов стоянок первобытного человека в долине р. Дзорагет (Армения). – Столпникова Е. М., Ковалева Н. О. – Плейстоценовые палеопочвы и педоседименты палеолитических стоянок Лорийского плато Армянского нагорья формировались при непосредственном влиянии вулканизма и являются тephро-почвенными сериями. Содержание неорганических форм фосфора и магнитная восприимчивость отложений хорошо маркируют этапы активизации и стихания вулканической деятельности. Изотопный состав органического углерода показал иные условия накопления органического вещества в раннем плейстоцене по сравнению с современными условиями.

Ключевые слова: палеопочвы, педоседименты, изотопный состав углерода, плейстоцен, палеолит.

Characteristics of paleosoils and pedosediments of prehistoric man sites in the Dzoraget river basin (Armenia). – Stolpnikova E. M. and Kovaleva N. O. – The Pleistocene paleosoils and pedosediments of Paleolithic sites on the Lori plateau (Armenian upland) were formed by direct volcanism impact, being the tephra-soil series. The content of inorganic phosphorus and the magnetic susceptibility well mark volcanic activity stages (activation and decay). The isotopic composition of organic carbon has shown other conditions of organic matter accumulation in the early Pleistocene as compared to modern conditions.

Key words: paleosol, pedosediment, carbon isotope composition, Pleistocene, Paleolithic.

ВВЕДЕНИЕ

Плейстоценовые палеопочвы часто представлены образованиями, называемыми педоседиментами. Погребённые педоседименты – геологические отложения, содержащие признаки почвообразования, такие как наличие органического вещества, карбонатных и железисто-марганцевых новообразований и др. Из-за неяркой выраженности почвенных признаков, а именно низкого содержания гумуса, отсутствия дифференциации на горизонты эти отложения сложно назвать почвой. Такие образования появляются в результате наложения процессов седиментации и почвообразования. Их наличие свидетельствует о неблагоприятных для формирования полноценной почвы условиях, когда процессы почвообразования не успевают в течение длительного времени прорабатывать накапливающуюся минеральную массу. При этом в условиях тёплого благоприятного климата формирование педоседиментов свидетельствует о высоких скоростях седиментогенеза, например, вслед-

ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОПОЧВ И ПЕДОСЕДИМЕНТОВ СТОЯНОК

ствие вулканической или селевой деятельности в горах или деятельности временных водных потоков в оврагах и балках равнинных территорий. В условиях аридного или холодного климата появление педоседиментов связано с замедленностью почвообразовательных процессов и иногда активным седиментогенезом (например, накопление покровных лёссовидных суглинков), связанным с процессами физического выветривания.

Изучение педоседиментов наравне с погребёнными почвами позволяет более детально восстановить былую климатическую обстановку, выделить наиболее устойчивые почвенные свойства, а также проводить палеопочвенные исследования отложений, не имеющих явных признаков почвообразования, какими часто представлены раскопы палеолитических археологических стоянок.

Целью нашего исследования являлось восстановление условий формирования погребённых почв и педоседиментов разновозрастных палеолитических стоянок – Карахач, Мурадово, Куртан (Армянское нагорье, Малый Кавказ). Задачами исследования было: изучение свойств плейстоценовых почв (общих химических свойств, выявление специфических признаков); стратиграфия педолитокомплексов палеолитических стоянок методами палеопочвоведения; получение изотопных кривых для изучаемого региона и их корреляция с известными изотопными стадиями; реконструкция палеоэкологической обстановки стоянок древнего человека по свойствам почв.

В настоящее время большая часть палеопочвенных исследований плейстоценовой толщи проведена для равнинных территорий, в горных же регионах подобные работы единичны: на территории Малого Кавказа в Армении, в Мексике (Седов, Хохлова, 2011), на Тянь-Шане (Степанов, Абдуназаров, 1977; Ковалева, 2009). Для территории Армении, кроме работ по археологическим стоянкам, ставшими объектами нашего изучения (Седов и др., 2011; Трифонов и др., 2014; Presnyakov et al., 2012), известны статьи палеоботаников (Ollivier et al., 2010).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования расположены на территории Лорийского плато Армянского нагорья (Северная Армения) и изучены в ходе комплексной международной армяно-российской археологической экспедиции совместно с Институтом истории материальной культуры РАН (Асланян и др., 2007). Лорийское плато (рис. 1) окаймляется с востока, севера и юга Джавахетским, Сомхетским и Базумским хребтами и относится к горной системе Малого Кавказа. Плато представляет собой полого-холмистую равнину, на которой преобладают в основном горные чернозёмы, сформированные под степной растительностью. Средняя высота – около 1500 – 2000 м (Эдилян и др., 1976). В районе исследований Лорийское плато дренируется р. Дзорагет (Трифонов и др., 2014).

Исследуемые объекты располагаются в степной биоклиматической зоне, которая занимает всю северную, центральную и частично юго-восточную среднегорную территорию (1200 – 2400 м над уровнем моря) и большими массивами встречается в том числе и в Лорийском физико-географическом районе. Спокой-

ные формы рельефа и умеренно-влажный, а в нижней части сухой и умеренно-тёплый климат обусловили развитие ковыльно-типчаково-разнотравных и типчаково-разнотравных степных формаций, под покровом которых формируются гор-



Рис. 1. Физическая карта Армении, стрелкой показано Лорийское плато, на котором расположены объекты исследования – палеолитические стоянки

увеличением их количества с высотой, достигая в среднегорье 600 – 700 мм (Эдильян и др., 1976).

Таким образом, современные дневные почвы изучаемой территории сформировались в условиях горного климата на отложениях, педоседиментах и палеопочвах, испытавших влияние вулканической деятельности. Во всех горизонтах содержится каменный материал (дресва, щебень, галька), а в стенках карьеров и обнажений присутствуют вулканические отложения (базальтовые глыбы, пемзовый песок, вулканический пепел).

Исследуемые в четырёх археологических стоянках (Карахач, Куртан, Даштадем-3, Мурадово) отложения представляют собой в основном низкогумусированные педоседименты (за исключением стоянки Даштадем-3) и не являются полностью развитыми палеопочвами, а содержат лишь признаки почвообразования и седиментогенеза. Процессы седиментогенеза связаны в достаточной степени с высокой вулканической активностью на Армянском нагорье в период конца плиоцена – начала плейстоцена. Также, по-видимому, они имели место и в вулканически спокойные промежутки и были представлены селевыми, пролювиальными, коллювиальными, а также аллювиальными отложениями. В силу слабо- и средне-кислой реакции вулканических осадков, подтверждённой нашими измерениями pH ($pH_{H_2O} = 5.6 - 5.7$; $pH_{KCl} = 4.9 - 5.1$), органическое вещество культурных слоёв плохо сохранилось и представлено в основном остатками почвенного гумуса (табл. 1).

ные чернозёмы и горные каштановые почвы. Для изучаемой территории характерен умеренный климат с тёплым продолжительным летом и холодной зимой. В долинах летом дневная температура воздуха поднимается до $+42^{\circ}C$, в то время как в горах она не превышает $10 - 15^{\circ}C$. В зимний период в горных районах температура часто снижается до $-30 - 35^{\circ}C$ и наблюдаются большие снегопады. Сумма годовых осадков в долинных и предгорных районах не превышает 200 – 400 мм, с

ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОПОЧВ И ПЕДОСЕДИМЕНТОВ СТОЯНОК

Таблица 1

Некоторые химические свойства исследуемых тейфро-почвенных серий

Наименование стоянки	Горизонт, глубина, см	КС	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Сорг, %	Гумус, %	N, %	CaCO ₃ , %
Мурадово-09/10	A 0–10	1	5.5	4.7	4.3	7.5	–	Некарб.
	A 10–20	2	5.7	4.4	2.7	4.7	–	То же
	A 20–30	2	–	–	1.1	1.9	–	«
	AB 30–40	2	–	–	0.7	1.2	–	«
	AB 40–50	2	7.5	6.7	0.8	1.3	0.08	«
	AB 50–60	3	7.5	6.7	0.3	0.6	0.04	19.7
	AB 60–70	3	–	–	0.2	0.4	0.03	7.5
	AB 70–80	3	–	–	0.4	0.7	0.04	7.6
	Bb1ca, g 80–90	3	–	–	0.3	0.5	0.03	2.3
	Bb1ca, g 90–100	3	–	–	0.3	0.5	0.04	2.0
	Bb1ca, g 100–110	3	–	–	0.3	0.5	0.04	27.3
	Bb1ca, g 110–120	3	–	–	0.3	0.5	0.03	1.9
	Bb1ca 120–140	4	–	–	0.3	0.5	0.04	5.5
	Bb1ca 140–160	4	–	–	0.2	0.4	0.03	11.2
	Bb2ca 160–196	4	7.6	6.8	0.2	0.4	0.04	2.9
	Bb3ca 196–280	5	7.7	6.6	0.1	0.1	0.00	Некарб.
	Bb3,fe 280–290	Линза	7.6	6.5	0.1	0.2	0.00	То же
Карахач-10	Bb4 290–430	6	7.6	6.5	0.1	0.1	0.00	«
	Bb5 430–530	7	7.4	6.4	0.1	0.2	0.00	«
	AB 15–150		6.2	4.1	2.8	4.8	0.27	«
	AB 150–170	Осыпь	5.7	4.3	4.1	7.1	0.40	«
	B1 170–200		5.9	4.5	0.5	0.9	0.06	«
	B2 200–220		6.2	4.6	0.5	0.8	0.05	«
	B2 200–220		6.1	4.8	0.2	0.4	0.02	«
	C1 220–420	Туф	5.7	4.9	0.1	0.2	0.00	«
	C2 420–620	То же	5.6	5.1	0.1	0.1	0.00	«
	C3 620–622	Пемза	6.0	4.9	0.2	0.3	0.02	«
	Bb3 622–642	1	6.2	4.6	0.2	0.3	0.05	«
	Bb4 642–702	2	6.3	4.6	0.2	0.3	0.03	«
	Bb5 702–742	3	6.2	4.8	0.2	0.4	0.03	«
	Bb6 742–792	4	6.2	4.9	0.2	0.3	0.00	«
	Bb7 792–812-..	4	6.2	4.9	0.2	0.3	0.00	«
Курган-1/10	ABca 40–160	2	7.7	–	0.2	0.3	0.05	1.6
	Bb1ca 160–195	3	7.8	–	0.2	0.3	0.04	40.3
	Bb2ca 195–285	4	7.7	–	0.2	0.3	0.04	4.3
	Bb3ca 285–315	4	7.7	–	0.2	0.3	0.03	3.0
	C1ca 315–355	Пемза, песок	7.9	–	0.2	0.3	0.02	0.6
	C2ca 355–385	То же	8.1	–	0.2	0.4	0.02	0.3
Даштадем-1/09	Ad 0–10		–	–	8.0	13.9	–	Некарб.
	A 10–20		–	–	7.6	13.0	–	То же
	A 20–30		–	–	6.2	10.6	–	«
	A 30–40		–	–	4.9	8.4	–	«
	A 40–50		–	–	3.7	6.3	–	«
	A 50–60		–	–	3.4	5.8	–	«
	Ab 60–70		–	–	3.6	6.3	–	«
	AB 70–80		–	–	3.0	5.1	–	«
	AB 80–90		–	–	2.9	5.0	–	«
	AB 90–100		–	–	3.5	6.0	–	«

В этой ситуации наиболее информативными методами оказались измерения группового состава фосфора, магнитной восприимчивости отложений и изотопного состава углерода органического вещества.

Содержание оксида фосфора было определено аскорбиновым методом восстановления молибдена фосфорномолибденовой кислоты аскорбиновой кислотой. Соединения фосфора, связанные с неорганической частью почвы, экстрагировались 1н H_2SO_4 . Для выделения общего фосфора навеска почвы предварительно прокаливалась 2 ч при 500°C для удаления органического вещества, затем соединения фосфора экстрагировались 1н H_2SO_4 (Макаров, 2009). Содержание выделенного оксида фосфора измерялось на спектрофотометре. Содержание «органического» фосфора (фосфора, связанного с органическим веществом почвы) вычисляется по разности результатов двух анализов: содержания общего фосфора и содержания «неорганического» фосфора.

Данный анализ условно делит фосфоросодержащие вещества на неорганическую составляющую, которая переходит при контакте с кислотой в растворимое состояние и органическую составляющую, которая имеет более сильные связи с веществом и переходит, наряду с неорганическими соединениями фосфора, в растворённое состояние после удаления органического вещества прокаливанием. Исследуемые почвы и педоседименты характеризуются высоким содержанием фосфора, причём вулканические отложения часто содержат высокое количество неорганических форм фосфора, а верхние органогенные горизонты богаты органическими формами фосфора. Отметим что для голоценовых культурных слоёв также характерно высокое содержание «органического» фосфора. Обычно в археологических исследованиях используется определение общего фосфора. В нашем случае при таком измерении мы могли бы сделать неправильный вывод и связать повышенное содержание фосфора с деятельностью человека, а не с абиотическими факторами его накопления (такими как вулканизм). Отметим, что слои, сформировавшиеся под действием вулканического седиментогенеза, не всегда возможно выделить макроскопически, и поэтому данные по содержанию фосфора и измерения магнитной восприимчивости способствуют более точной их диагностике.

Измерение объёмной магнитной восприимчивости образцов выполнялось каппаметром (КТ-5) в трёх повторностях. Удельную магнитную восприимчивость образцов χ_0 рассчитывали с использованием эталона (соль Мора, $\chi_0 = 32.5 \times 10^{-6}$ СГСМ): $\chi_0 = \chi \times (\kappa_0 / \kappa) \times (m_0 / m)$, где κ_0 и κ – показания КТ-5; m_0 , m – массы для образца и эталона в бюксе с фиксированным объемом соответственно. Магнитная восприимчивость почв – свойство почвы, связанное с количеством магнитных минералов (магнетита, маггемита). Обычные оксиды железа (гематит и др.) имеют слабоманнитные свойства. На накопление магнитных минералов положительно влияют два фактора: накопление гумуса и вулканическая деятельность. Известно, что более гумусированные отложения выделяются по значениям магнитной восприимчивости (Бабанин и др., 1995), часто маркируя, таким образом, погребённые почвы. В результате накопления вулканических осадков величина магнитной восприимчивости возрастает в десятки – сотни раз. Также почвы, сформированные на вулканических осадках, имеют повышенные величины магнитной восприимчивости по сравнению с почвами, сформировавшимися вне вулканического воздействия.

Фактором, понижающим величину магнитной восприимчивости, является переувлажнение, создающее анаэробную восстановительную обстановку, в которой магнитные минералы разлагаются.

Изотопный состав углерода был измерен на масс-спектрометре «Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS» и элементном анализаторе «Thermo Flash1112» (Институт проблем эволюции и экологии РАН). Очистка почвы от карбонатов была проведена по методике D. Harris с соавторами (2001) путём разложения карбонатов парами концентрированной соляной кислоты – фумигирования почвы.

Изотопные отношения, определяемые масс-спектрометрическими измерениями, выражают величиной δ , представляющей собой отклонение изотопного состава (обычно в промилле ‰) образца (Rобр) от изотопного состава некоторого вещества, принятого в качестве стандарта (Rст): $\delta = [(R_{\text{обр}} - R_{\text{ст}})/R_{\text{ст}}] \times 10^3$, где для углерода $R = C^{13}/C^{12}$. В качестве стандарта для определения $\delta^{13}C$ принят углерод образца кальцита (карбоната кальция) окаменелости *Belemnite americana* формации Пи-Ди (Южная Каролина, США) мелового периода – PDB (Pee-Dee Belemnite), в котором отношение концентрации ^{13}C и ^{12}C составляет 11.23×10^{-5} (Бедник, 2009). Измерение соотношения стабильных изотопов углерода позволяет делать выводы о том, при каком климатическом сценарии формировалась погребённая почва (Ковалева и др., 2013), а также позволяет определить тип фотосинтеза растений, под покровом которых она формировалась. В процессе фотосинтеза происходит фракционирование изотопов таким образом, что органическая масса растения обедняется тяжёлым изотопом ^{13}C . Степень этого обеднения зависит от типа фотосинтеза. Для растений С3-типа характерны величины $\delta^{13}C = -22 - -32\text{‰}$, в среднем -27‰ , растения С4-типа имеют иной диапазон вариаций, от -10 до -18‰ , со средним значением -13‰ . Изотопный состав углерода САМ-растений колеблется в широких пределах от -10 до -28‰ (Моргун и др., 2008).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые объекты представляют собой раскопы стратифицированных археологических стоянок Мурадово, Карахач и расположенных в нескольких километрах друг от друга стоянок Куртан-І и Даштадем-3.

Стоянка Мурадово расположена в 1.4 км к западу от с. Благодарное. Морфология педоседиментов представляет собой многослойную толщу четвертичных отложений с признаками почвообразования, стратифицированными археологическими находками, прослоями каменного галечного и щебнистого материала. Верхние культурные слои (КС) 1 и 2 представляют собой верхнюю часть профиля горного чернозёма выщелоченного голоценового возраста с высоким содержанием гумуса (до 7.5%). Они имеют слабоокислую реакцию среды и не содержат карбоната кальция (см. табл. 1). Карбонатные новообразования встречаются ниже, с глубины 40 – 50 см и до 196 см в КС 3 и 4, маркируя погребённую почву. В то же время низкогумусированные КС-3 (0.5 – 0.6% гумуса) и нижележащие горизонты содержат признаки переувлажнения, которые видны как морфологически (пятна оглеения, ожелезнения), так и по относительно пониженным значениям магнитной восприимчивости (рис. 2).

Оглеение может быть как древним, так и современным – вследствие воздействия грунтового подпора подземными водами (о чём говорит наличие рядом с раскопом небольшого ручья). В пользу того, что значения магнитной восприимчиво-

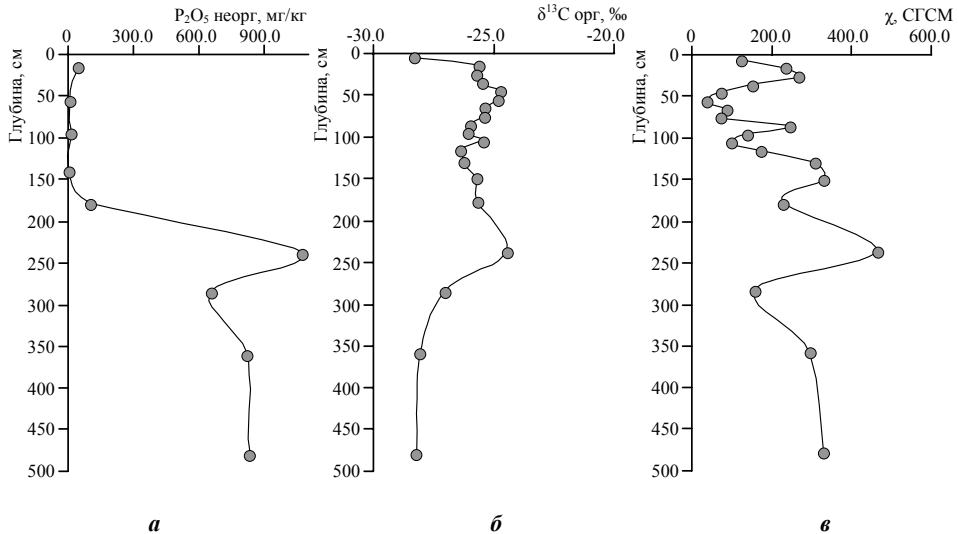


Рис. 2. Физико-химические характеристики отложений стоянки Мурадово: *а* – содержание неорганических форм фосфора; *б* – изотопный состав органического углерода; *в* – величины магнитной восприимчивости

сти понижены вследствие гидроморфизма (а не стихания вулканической активности), говорит низкое содержание неорганических форм фосфора в слое 3 (вплоть до полного их отсутствия) (см. рис. 2), которое обычно высоко в изученных нами отложениях вулканического происхождения на данной территории (рис. 3). Вместе с тем погребённая почва слоя 3 карбонатна и имеет два максимума содержания карбоната кальция (на глубинах 50 – 60 см и 100 – 110 см) (см. табл. 1). Каменный материал слоя 3 покрыт известковым налётом и имеет признаки продолжительного выветривания. С появлением карбонатов между вторым и третьим культурными слоями в верхней части погребённой почвы утяжеляется изотопный состав органического углерода (см. рис. 2) до -24.8% , что свидетельствует об аридизации климата. В пределах всего слоя 3 изотопный состав углерода неравномерно меняется вниз по профилю в сторону облегчения до -26.5% . Изотопный состав органического углерода слоя 3 иллюстрирует изменение со временем климатических условий от более гумидных к менее гумидным, с сухими периодами, когда могли образовываться карбонатные новообразования. Колебания аридизации прослеживаются по трём максимумам содержания карбоната кальция в культурных слоях 3 и 4 (КС-3, КС-4). Также не исключается вариант изначального формирования почвы слоя 3 в гумидных условиях, а затем под воздействием поэтапной аридизации. Отметим, что в раскопе Мурадово 2009 г. чётко видны вытянутые журавчикоподобные карбонатные новообразования в КС-3, имеющие форму пространственно

выраженного горизонта. Такие формы карбонатов, по О. С. Хохловой, могут формироваться в гидроморфных условиях, при застое влаги (Седов и др., 2012).

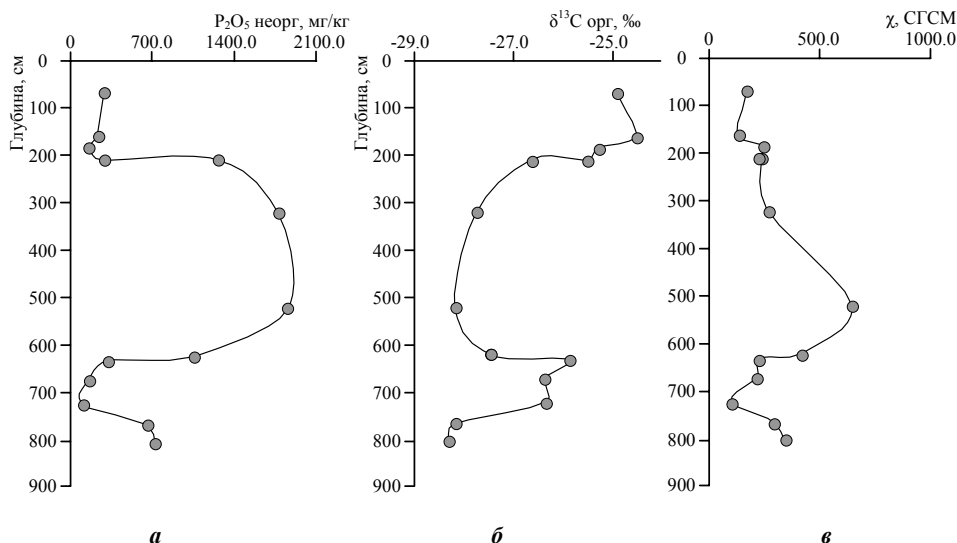


Рис. 3. Физико-химические характеристики отложений стоянки Карахач: *а* – содержание неорганических форм фосфора; *б* – изотопный состав органического углерода; *в* – величины магнитной восприимчивости

Культурный слой 4 является педоседиментом и содержит ещё меньше гумуса (0.4 – 0.5%), карбонате, но в отличие от слоя 3 выделяется повышенными значениями магнитной восприимчивости и повышением содержания неорганических форм фосфора (см. рис. 2). Последние два фактора диагностируют влияние вулканической деятельности. Каменный материал слоя также покрыт известковым налётом. Изотопный состав органического углерода (см. рис. 2) колеблется в пределах -26.3 – -25.8‰, свидетельствуя о достаточно гумидных условиях почвообразования, в которых было возможно и переувлажнение.

Следующий по глубине слой 5 щебнистый, не содержит карбонатов, имеет самое высокое значение магнитной восприимчивости и содержания неорганических форм фосфора (см. рис. 2) и тем самым фиксирует максимум вулканической активности. При этом значение изотопного соотношения $\delta^{13}C$ (см. рис. 2) несколько тяжелее, чем в выше- и нижележащих горизонтах, и составляет -24.5‰, характеризуя достаточно засушливые условия.

Педоседимент слоя 6 представлен песком с включениями крупной гальки, слабогумусирован (0.1% гумуса) (см. табл. 1). Величины магнитной восприимчивости и содержание неорганических форм фосфора повышены (см. рис. 2). Изотопный состав органического углерода облегчается до -28.1‰, свидетельствуя о гумидных условиях почвообразования и тёплом климате и, возможно, о большой доле парниковых газов в атмосфере.

Педоседимент слоя 7 супесчаного гранулометрического состава имеет такие же высокие значения магнитной восприимчивости и содержания неорганических форм фосфора (табл. 2). Фиксируются признаки оглеения, такие как Fe-Mn ортштейны, неоднородная рыжеватая окраска. Изотопный состав также указывает на гумидный тёплый климат ($\delta^{13}\text{C} = -28.3\text{‰}$).

Таблица 2

Состав органического вещества палеопочв и педоседиментов

Наименование стоянки	Горизонт, глубина, см	КС	Сорг, %	P ₂ O ₅ орг, мг/кг	$\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$, ‰
1	2	3	4	5	6
Мурадово-09/10	A 0–10	1	4.3	734.0	-28.39
	A 10–20	2	2.7	258.1	-25.69
	A 20–30	2	1.1	–	-25.83
	AB 30–40	2	0.7	–	-25.61
	AB 40–50	2	0.8	82.8	-24.80
	AB 50–60	3	0.3	43.8	-24.92
	AB 60–70	3	0.2	–	-25.48
	AB 70–80	3	0.4	–	-25.48
	Bb1ca, g 80–90	3	0.3	–	-26.04
	Bb1ca, g 90–100	3	0.3	–	-26.18
	Bb1ca, g 100–110	3	0.3	–	-25.53
	Bb1ca, g 110–120	3	0.3	–	-26.45
	Bb1ca 120–140	4	0.3	–	-26.31
	Bb1ca 140–160	4	0.2	–	-25.83
	Bb2ca 160–196	4	0.2	36.5	-25.76
	Bb3ca 196–280	5	0.1	0.0	-24.54
	Bb3fe 280–290	Линза	0.1	0.0	-27.07
	Bb4 290–430	6	0.1	0.0	-28.11
Карахач-10	Bb5 430–530	7	0.1	11.0	-28.28
	AB 15–150		2.8	1001.4	-24.92
	AB 150–170	Осыпь	4.1	1262.4	-24.55
	B1 170–200		0.5	272.9	-25.31
	B2 200–220		0.5	359.9	-25.51
	B2 200–220		0.2	0.0	-26.63
	C1 220–420	Туф	0.1	21.3	-27.74
	C2 420–620	То же	0.1	7.1	-28.16
	C3 620–622	Пемза	0.2	11.3	-27.45
	Bb3 622–642	1	0.2	36.9	-25.90
	Bb4 642–702	2	0.2	26.4	-26.38
	Bb5 702–742	3	0.2	26.4	-26.36
	Bb6 742–792	4	0.2	56.6	-28.17
	Bb7 792–812...	4	0.2	0.0	-28.30
Куртан-I/10	ABca 40–160	2	0.2	42.7	-25.43
	Bb1ca 160–195	3	0.2	90.4	-25.71
	Bb2ca 195–285	4	0.2	296.3	-25.88
	Bb3ca 285–315	4	0.2	0.0	-25.42
	C1ca 315–355	Пемза, песок	0.2	0.0	-26.45
	C2ca 355–385	То же	0.2	0.0	-28.12

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Даштадем-1/09	Ad 0–10		8.0	1474.4	-24.92
	A 10–20		7.6	1528.4	-24.55
	A 20–30		6.2	1378.1	-25.31
	A 30–40		4.9	1159.5	-25.51
	A 40–50		3.7	1046.6	-26.63
	A 50–60		3.4	959.8	-27.74
	Ab 60–70		3.6	1006.7	-28.16
	AB 70–80		3.0	873.9	-27.45
	AB 80–90		2.9	937.5	-25.90
	AB 90–100		3.5	960.5	-26.38

Таким образом, по максимумам магнитной восприимчивости, содержания неорганических форм фосфора и изотопному составу углерода выделяются вулканические слои (КС-4-7).

Раскоп стоянки Карахач находится в 6.5 км к северо-востоку от с. Арташек на высоте около 1800 м и представляет собой карьер с заложением в основании шурфом. Карьером вскрыт мощный слой туфа с датировкой 1.7 – 1.9 млн л. н. (Presnyakov et al., 2012), в котором содержатся археологические артефакты – древние орудия. Над ним залегают бескарбонатные отложения, на которых сформирован голоценовый чернозём выщелоченный. Для всех отложений карьера характерна слабокислая и кислая реакция среды, низкое содержание гумуса, за исключением верхних горизонтов чернозёма, где содержание гумуса доходит до 7% (см. табл. 1). Слои туфа характеризуются минимальным количеством гумуса (0.1 – 0.2%), максимальным содержанием неорганических форм фосфора и повышенными значениями магнитной восприимчивости, фиксируя период наиболее активного седиментогенеза (см. рис. 3). С глубины 622 см залегают четыре культурных слоя. КС-1 совпадает с однородным тяжелосуглинистым горизонтом с существенно меньшим содержанием неорганических форм фосфора, меньшими значениями магнитной восприимчивости (см. рис. 3), относительно повышенным количеством азота (см. табл. 1), характеризующих стабильный этап почвообразования. Слои 2 – 4 представляют собой каменистые педоседименты, похожие на педоседименты культурных слоёв 4 – 7 Мурадово и представляющие собой, по-видимому, аллювий русловой фации горной реки, некогда протекавшей по данной территории и изменившей русло. Однако значения магнитной восприимчивости по профилю карьера выше, чем в слоях Мурадово, указывая на более автоморфные позиции карьера в ландшафте (стоянка Карахач расположена выше стоянки Мурадово). Слой 2 насыщен крупной галькой (d – до 20 см). Значения магнитной восприимчивости здесь высокие, но ниже, чем в вулканических отложениях, содержание неорганических форм фосфора меньше, чем в слое 1 (см. рис. 3). Слой 3 также насыщен каменистым материалом, но более мелким – в диаметре до нескольких сантиметров. Данный горизонт имеет самую низкую магнитную восприимчивость по профилю карьера (см. рис. 3). Здесь также фиксируется небольшое превышение содержания органического углерода (по сравнению с выше- и нижележащими го-

ризонтами, см. табл. 1). Всё это говорит о том, что педоседименты слоёв 1 – 3 формировались в период стихания вулканической активности, хотя и при активном осадконакоплении.

Слой 4 визуально разделён нами на две части. Верхняя его часть, более тяжёлая по гранулометрическому составу, ближе к супеси, а нижняя – имеет песчаный состав. Оба горизонта характеризуются наличием морфологических признаков переувлажнения (Fe-Mn примазки, пятна ожелезнения), они насыщены щебнем и дресвой, внизу встречается галька. Несмотря на оглеенность, горизонты сохраняют высокие значения магнитной восприимчивости. Также в них резко повышено содержание неорганических форм фосфора, уменьшается количество органического углерода, отсутствует азот, а в нижней части слоя отсутствует и органический фосфор (см. табл. 1, рис. 3). Все эти признаки говорят об ещё одном более раннем этапе вулканизма. Изотопный состав органического углерода (см. рис.3) показывает наиболее тяжёлые величины ($-24.5 - -25.5\%$) для поствулканического времени в отложениях выше пепла. Во время активизации вулканической деятельности он облегчается до -28% и в перерывах принимает средние значения, характерные для гумидного климата (-26%). Таким образом, изотопный состав иллюстрирует постепенную аридизацию климата в поствулканическое время, что также подтверждается наличием карбонатных новообразований в других раскопах. В периоды активизации вулканической деятельности в атмосферу поступало большее количество парниковых газов, что влияло на климат и величину $\delta^{13}\text{C}$ в частности.

Стоянка Куртан приурочена к борту глинисто-песчаного карьера, расположенного в 1.8 км к западу от с. Куртан, на правом берегу р. Гергер, у подножия горы Сурб-Саркис (1568.2 м) (Седов и др., 2011). В раскопе стоянки Куртан-1 хорошо представлены поствулканические отложения, насыщенные различными формами карбонатных новообразований и залегающие на вулканических осадках. В раскопе вулканические осадки представлены пемзовым песком, залегающим на базальтах, в других стенках карьера между пемзовым песком и погребёнными карбонатными горизонтами фиксируются прослой пепла и других вулканических отложений, насыщенных обломочными породами.

Слои раскопа имеют слабощелочную реакцию среды ($\text{pH} = 7.7 - 8.1$), содержат мало гумуса ($0.1 - 0.2\%$) (см. табл. 1). Максимальное содержание карбонатов фиксируется для КС-3. Слои 2 – 3 и верхняя часть слоя 4 пронизаны карбонатным мицелием, имеют глыбистую структуру и тяжёлый гранулометрический состав (тяжёлый суглинок). В КС-2 видны элементы столбчатости в структуре, наталкивающие на предположение о процессе осолонцевания. Нижняя часть КС-4 так же, как и верхние слои содержит журавчикоподобные формы карбонатов, но не имеет карбонатного мицелия. Этот горизонт отличают более лёгкий гранулометрический состав (средний суглинок) и комковатая структура без элементов глыбистости. Его подстилают бесструктурные слои пемзового песка: рыжий слой ожелезнённого песка неоднородной пятнистой окраски и горизонт бежево-белого песка с прослойками ожелезнения. Ожелезнение здесь является, скорее всего, индикатором гидроморфных условий. Оба горизонта не содержат археологических находок.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОПОЧВ И ПЕДОСЕДИМЕНТОВ СТОЯНОК

Магнитная восприимчивость слоёв раскопа имеет также высокие значения и повышается с глубиной (рис. 4). Максимальные значения её фиксируются в нижней части слоя 4 и нижнем горизонте песка. Для этих же горизонтов характерны небольшие превышения по содержанию органического углерода. Содержание азота постепенно падает вниз по профилю раскопа (см. табл. 1). Максимальное содержание органического фосфора фиксируется в верхней части КС-4, при полном его отсутствии в нижней части и нижележащих горизонтах песка (см. табл. 2).

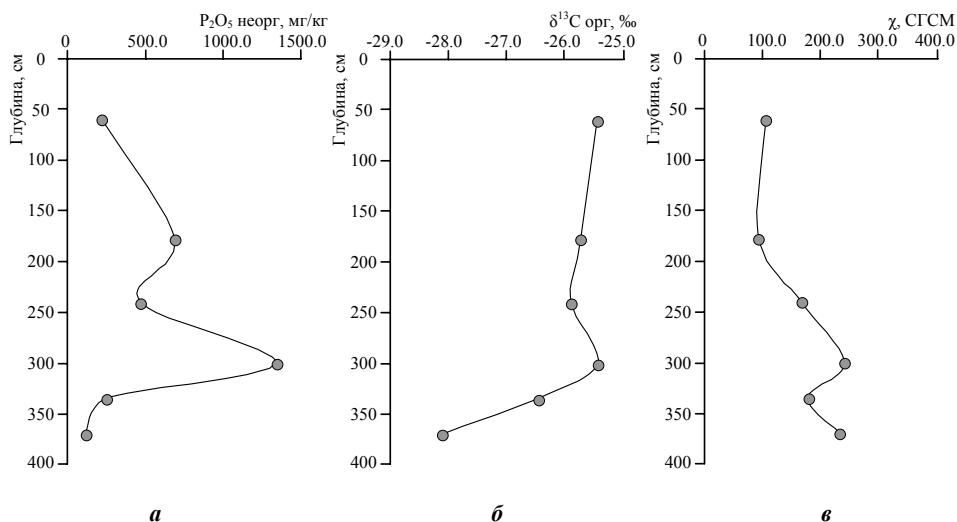


Рис. 4. Физико-химические характеристики отложений стоянки Куртан: *а* – содержание неорганических форм фосфора; *б* – изотопный состав органического углерода; *в* – величины магнитной восприимчивости

Самое высокое содержание неорганических форм фосфора, близкое по величине к вулканическому пеплу карьера Карахач, – в нижней части КС-4. В песчаных слоях, наоборот, содержание неорганических форм фосфора понижается, возможно, из-за облегчения гранулометрического состава (см. табл. 2).

Наиболее лёгкий изотопный состав органического углерода отмечается в нижнем слое пемзового песка, и сравним с таковыми значениями для пепла в карьере Карахач (см. табл. 2). Таким образом, объединяя данные магнитной восприимчивости, содержания неорганических форм фосфора и изотопного состава органического углерода, можно сделать вывод о влиянии вулканизма на формирование нижней части слоя 4 и подстилающих его пемзовых отложений. В свою очередь, вышележащие карбонатные слои представляют собой палеопочвы, формировавшиеся в условиях затухающей или уже закончившейся вулканической деятельности. Исходя из данных изотопного состава органического углерода, условия формирования этих почв были достаточно увлажнёнными. Это входит в видимое противоречие с наличием таких количеств карбоната кальция, свидетельствующих о

возможной аридизации климата. Об общности данного процесса карбонатизации для исследуемой территории говорят и находки карбонатных горизонтов и в других карьерах и обнажениях. По О. С. Хохловой, образование такого мощного карбонатного мицелия и журавчиков не связано с подтягиванием их из грунтовых вод, так как при подстилании твёрдыми породами господствует явление провальной фильтрации (Седов и др., 2011).

Стоянка Даштадем-3 находится в 6.3 км к западу от с. Даштадем (Илмазлу) на высоте 1902 м. Профиль раскопа стоянки представляет собой толщу, проработанную современным почвообразованием, но содержащую археологические находки более древнего позднелешельского времени (Асланян и др., 2007).

Современная толща представлена гумусированной лугово-чернозёмной почвой с высоким содержанием гумуса (13 – 14% в верхнем горизонте) (см. табл. 1), органического фосфора (до 1500 мг/кг P_2O_5), постепенно снижающегося вниз по профилю (см. табл. 2). Отметим, что во всех горизонтах почвы (0 – 100 см) содержание органического фосфора высоко. Магнитная восприимчивость также принимает высокие значения, увеличиваясь вниз по профилю раскопа. Интересно, что здесь магнитная восприимчивость намного выше, чем в вулканических отложениях карьеров Карахач, Куртан, отложениях стоянки Мурадово. Это может быть вызвано не только повышенным количеством гумуса, но и изначально большим количеством магнитных минералов в почвообразующей породе. Содержание же неорганических форм фосфора относительно невелико и достаточно равномерно распределено по профилю. Изотопный состав органического углерода колеблется в небольших пределах от -25.9 до -24.9‰, характеризуя гумидные условия накопления гумуса (см. табл. 2).

Можно предположить, что некогда сформированные в эпоху вулканизма отложения проработаны последующими стадиями голоценового почвообразования, привнёсшими органическое вещество более тяжёлого изотопного состава. При этом высокие величины магнитной восприимчивости остались, а часть неорганических форм фосфора была проработана почвообразованием, войдя в состав органического вещества почвы. Древность отложений подтверждают и археологические находки, датируемые средним плейстоценом (Асланян и др., 2007).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, показатели магнитной восприимчивости и содержания неорганических форм фосфора диагностировали этапы активизации вулканизма. По изотопным соотношениям для углерода органического вещества и наличию в верхних горизонтах карбонатных новообразований диагностируется постепенное иссушение климата от нижнего плейстоцена к верхнему, характерное в этот период для многих регионов Евразии. Также эти данные говорят о низком содержании в растительном покрове раннего плейстоцена растений с C-4 типом фотосинтеза, характерных для степей и саванн и присутствии древесной растительности, а также о возможном влиянии парниковых газов на величину $\delta^{13}C$, так как наиболее лёгкие значения совпадают со слоями, подвергавшимися вулканическому воздействию.

Авторы выражают глубокую благодарность А. В. Тиуну (Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН) за помощь и проведение изотопного анализа почв, В. П. Любину и Е. В. Беляевой (Институт истории материальной культуры РАН) за предоставление возможности изучать археологические объекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Асланян С. А., Беляева Е. В., Колпаков Е. М., Любин В. П., Саркисян Г. М., Суворов А. М.* Армяно-российская археологическая экспедиция 2003 – 2006 гг. // Зап. Ин-та истории материальной культуры РАН. 2007. № 2. С. 142 – 154.
- Бабанин В. Ф., Трухин В. И., Карпачевский Л. О., Иванов А. В., Морозов В. В.* Магнетизм почв. М. ; Ярославль : Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 1995. 223 с.
- Бедник Д. Ю.* Изменчивость изотопного соотношения углерода и азота в онтогенезе и при различных функциональных состояниях у представителей высших и низших позвоночных : автореф. дис... канд. биол. наук. М., 2009. 25 с.
- Ковалёва Н. О.* Горные почвы Евразии как палеоклиматический архив позднеледниковья и голоцена : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2009. 52 с.
- Ковалева Н. О., Добровольский Г. В., Столпникова Е. М.* Изотопный состав углерода почв в диагностике изменений климата : состояние проблемы и вероятные сценарии // Докл. по экологическому почвоведению. 2013. Вып. 19, № 2. С. 64 – 81.
- Макаров М. И.* Фосфор органического вещества почв. М. : ГЕОС, 2009. 395 с.
- Моргун Е. Г., Ковда И. В., Рысков Я. Г., Олейник С. А.* Возможности и проблемы использования методов геохимии стабильных изотопов углерода в почвенных исследованиях (обзор литературы) // Почвоведение. 2008. № 1. С. 299 – 310.
- Седов С. Н., Хохлова О. С., Кузнецова А. М.* Полигенез вулканических палеопочв Армении и Мексики: микроморфологические летописи четвертичных изменений климата // Почвоведение. 2011. № 7. С. 832 – 847.
- Степанов И. Н., Абдуназаров У. К.* Погребённые почвы в лёссах Средней Азии и их палеогеографическое значение. М. : Недра, 1977. 120 с.
- Трифонов В. Г., Любин В. П., Беляева Е. В., Трихунков Я. И., Симакова А. Н., Тесаков А. С., Веселовский Р. В., Пресняков С. Л., Бачманов Д. М., Иванова Т. П., Ожерельев Д. В.* Геодинамические и палеогеографические условия расселения древнейшего человека в Евразии (Аравийско-Кавказский регион) // Тектоника складчатых поясов Евразии : сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения : материалы XLVI Тектонического совещ. / под ред. К. Е. Дегтярёва, Н. Б. Кузнецова. М. : ГЕОС, 2014. Т. 2. С. 240 – 246.
- Эдилян Р. А., Петросян Г. П., Розов Н. Н.* Почвы Армянской ССР (краткая характеристика). Ереван : Айстан, 1976. С. 17 – 52.
- Harris D., Horwath W. R., Kessel C.* Acid fumigation of soils to remove carbonates prior to total organic carbon or carbon-13 isotopic analysis // Soil Science Society of America J. 2001. Vol. 65. P. 1853 – 1856.
- Ollivier V., Nahapetyan S., Roiron P., Gabrielyan I., Gasparyan B., Chataigner C., Joannin S., Corne J.-J., Gullou H., Scaillet S., Munch P., Krijgsman W.* Quarternary volcano-lacustrine patterns and paleobotanical data in southern Armenia // Quarternary International. 2010. Vol. 223 – 224. P. 312 – 326.
- Presnyakov S. I., Belyaeva E. V., Lyubin V. P., Rodionov N. V., Antonov A. V., Saltykova A. K., Berezhnaya N. G., Sergeev S. A.* Age of the earliest Paleolithic sites in the northern part of the Armenian Highland by SHRIMP-II U–Pb // Gondwana Research. 2012. Vol. 21, № 4. P. 928 – 938.