

Geol. vjesnik	27	227—237	1 sl. u tekstu, 7 tabela	Zagreb, 1974
---------------	----	---------	-----------------------------	--------------

552.5:631.4(161.14.45)

BORIS SINKOVEC

PORIJEKLO TERRA ROSSA ISTRE

Istraživane su terra rosse Istre područja Savudrije, Nove Vasi i Rovinja. Na osnovi usporednih analiza terra rossa, krednih karbonatnih stijena, eocenskih sedimenata i eolskih sedimenata otoka Suska, zaključeno je da terra rosse potječu od netopivog ostatka krednih karbonatnih stijena, eocenskih sedimenata i eolskog materijala.

Proučavajući karbonatne stijene i terra rosse zapadnih Dinarida, Tućan (1912) i Kišpatić (1912) iznijeli su mišljenje da je terra rossa produkt otapanja karbonatnih stijena djelovanjem oborinskih voda, pri čemu su topive komponente odnošene, a od zaostalog, netopivog dijela nastala je terra rossa. Marić (1965) je dopunio istraživanja Tućana i Kišpatića i došao do zaključka da terra rosse pretežno vodi porijeklo od karbonatnih stijena. Pored drugih uzoraka, Marić je istraživao i uzorak vapnenca i terra rosse iz Balića u Istri.

Opisujući terra rosse Istre, Sacco (1924) iznosi mišljenje da su one nastale kao rezultat otapanja vapnenca. Prema d'Ambrosiu (1955), terra rossa Istre predstavljaju netopivi ostatak hidrokemijske rastrožbe krednih karbonatnih stijena u umjerenim klimatskim uvjetima, a moguće je da su izvjestan utjecaj imali eolski prinos vulkanskog pepela i saharskog pijeska, kao i materijal iz razorenih ležišta boksita. Polšak (1965) također smatra da su kredne karbonatne stijene bile glavne matične stijene terra rossa, a da su izvjesnu ulogu vjerojatno imali prinos materijala koji je nastao trošenjem klastičnih fliških nashga, te eolska djelatnost.

U posljednje vrijeme vršena su opsežna istraživanja istarskih terra rossa radi utvrđivanja mogućnosti njihove upotrebe u keramičkoj industriji. Istraživana su ležišta koja se nalaze istočno od Savudrije i kod No-

ve Vasi (Milošević & Jović, 1973), te ležišta kod Rovinja (Tomljanović, 1973). U ovome radu koristili smo neke rezultate tih istraživanja.

Da bismo utvrdili porijeklo istarskih terra rossa podvrgli smo istraživanju terra rosse sa tri međusobno udaljena mjesta: terra rosse iz ležišta Monte koje se nalazi u sjevernoj Istri, tri km istočno od Savudrije, zatim terra rosse iz ležišta Nova Vas, 7 km SI od Novigrada, te terra rosse iz ležišta Sjenokoša i Turnina, 2 km istočno od Rovinja. Ležište Monte leži na albskim vapnencima, u području gdje se nalaze i eocenski sedimenti, ležište Nova Vas je na eocenskim foraminiferskim vapnencima, u blizini terigenih naslaga, a ležišta Sjenokoša i Turnina su na vapnencima neokoma, a udaljena su 25 km od eocenskim sedimenta.

Terra rosse nalaze se na karbonatnim sedimentima kao nesuvislivi površinski sloj debeo 0,5 do 1 m, iz kojega često izbijaju karbonatne stijene. Spiranjem s uzvišenih dijelova terena u depresije nastale su značajne količine terra rosse, kojima je debljina često 10 do 12 m. Ležišta terra rossa kod Savudrije imaju površinu 5 do 23 Ha, a kod Rovinja 10 do 75 Ha. Pojedina ležišta sadrže nekoliko stotina tisuća do nekoliko miliona tona terra rosse.

Kemijski i mineralni sastav istarskih terra rossa je ujednačen. U ležištu taj sastav veoma malo varira, a male su i razlike između pojedinih ležišta. Ležišta područja Savudrije i Nove Vasi imaju malo povišen sadržaj SiO_2 i CaO , a manji sadržaj Al_2O_3 i TiO_2 nego ležišta područja Rovinja.

Tabela I — Table I
Kemijski sastav terra rossa
Chemical Composition of Terra Rossa

	1	2	3	4	5
Gub. žar.	6,59	7,63	9,05	6,72	8,40
SiO_2	63,40	59,94	57,64	62,27	57,79
Al_2O_3	18,20	18,83	19,83	18,61	22,05
Fe_2O_3	6,38	7,85	7,08	6,81	8,17
TiO_2	0,46	0,45	0,57	0,46	1,10
CaO	1,90	2,08	2,08	2,20	0,84
MgO	0,52	0,34	0,68		
K_2O	1,38	1,38	1,70		
Na_2O	0,74	0,85	0,91		

1. Ležište Monte — Monte deposit
2. Ležište Nova Vas — Nova Vas deposit (1. i 2. Milošević & Jović, 1973)
3. Ležište Sjenokoša — Sjenokoša deposit (Tomljanović, 1973)
4. Srednji kemijski sastav terra rossa za ležišta područja Savudrija i Nova Vas.
4. Mean chemical composition of terra rossa of Savudrija and Nova Vas area.
5. Srednji kemijski sastav terra rossa za ležišta područje Rovinj
5. Mean chemical composition of terra rossa of Rovinj area.

Sadržaj nekih mikroelemenata u terra rossama ispitan je na uzorcima iz bušotina. Uzorci su uzeti na rastojanjima od oko 2 m kod ležišta Monte (bušotina br. 22) i Nova Vas (buš. br. 21), kod ležišta Turnina na rastojanju od 1 m (buš. br. 3), a od ležišta Sjenokoša uzet je 1 uzorak. Srednje vrijednosti sadržaja mikroelemenata date su na tabeli II. Također je dat sadržaj mikroelemenata u laporima eocenskog fliša. Vrijednosti za lapore odnose se na izarene uzorke, dok su vrijednosti za terra rosse preračunate na originalne uzorke.

Tabela II — Table II
Sadržaj mikroelemenata u terra rossi (u ppm)
Content of Microelements in Terra Rossa (in ppm)

n	Ni	Co	Cu	Cr	V	Zr
1. 4	64 (56—84)	33 (26—40)	56 (48—65)	141 (115—200)	278 (250—300)	715 (530—840)
2. 5	67 (51—79)	29 (14—39)	59 (37—74)	156 (70—245)	454 (390—560)	666 (530—830)
3. 7	65 (45—100)	27 (20—37)	32 (24—38)	95 (75—120)	490 (400—600)	900 (800—1100)
4. 1	40	15	64	125	110	110
5. 1	50	25	13	150	180	135

1. Ležište Monte — Monte deposit
2. Ležište Nova Vas — Nova Vas deposit
3. Ležište Turnina i Sjenokoša — Turnina and Sjenokoša deposits
4. Eocenski lapor kod Kaštela — Eocene marl from Kaštel
5. Eocenski lapor kod Križišća — Eocene marl from Križišće.

n = broj uzoraka — n = number of samples

U zagradama su granične vrijednosti.

Minimal and maximal values shown in brackets.

Analitičar: D. Šiftar.

Mineralni sastav terra rossa ispitan je diferencijalno termijskom i rendgenskom analizom u Institutu za tehnologiju silikata u Zagrebu. Utvrđeno je da su terra rosse željezovite montmorilonit-kaolinit-ilitne gline sa znatnim sadržajem kvarca (tabela III).

Tabela III — Table III
 Mineralni sastav terra rossa
 Chemical Composition of Terra Rossa

	1.	2.
Kvarc	25—30%	20—25%
Ilit	~20	~20
Kaolinit	~18	~17
Montmorilonit	5—10	5—10
Feldspat	4—7	5—7
Hidrargilit	2—4	~4
Hematit + getit	~10	~10

1. Terra rosse područja Savudrije i Nove Vasi (Milošević & Jović, 1973)
1. Terra rossa of Savudrija and Nova Vas area
2. Terra rossa područja Rovinj (Tomljanović, 1973)
2. Terra rossa of Rovinj area

Sastav akcesornih teških minerala u terra rossi određen je u ležištima Monte, Nova Vas, Sjenokoša i Turnina* (tabela IV).

Sudeći prema geološkim prilikama Istre izvorni materijal terra rossa mogao je biti netopivi ostatak krednih karbonatnih stijena koje su otopljene oborinskim i površinskim vodama od gornjeg eocena do danas, zatim erodirani eocenski sedimenti, te eolski materijal.

Da bismo provjerili prvu mogućnost, određen je sadržaj netopivih ostataka i njihov kemijski sastav u 8 uzoraka krednih karbonatnih stijena. Uzorci su uzeti s različitih mjesta i od različitih stratigrafskih članova krednih sedimenata, a otapani su u razrijeđenoj HCl (pH > 3). Radi male količine netopivog ostatka, uzorci br. 1 i 6. analizirani su spektrometrom.

Sadržaj SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ i TiO₂ u krednim karbonatnim stijenama izračunat je na osnovi podataka iz tabele V. Sadržaj mikroelemenata u karbonatnim stijenama utvrđen je direktno.

Koristeći istraživanja terra rossa kod Savudrije i Rovinja izračunali smo približnu količinu terra rosse na površini od 1 km². Na području Savudrije na površini od 1 km² nalazi se prosječno na 4,5 Ha sloj terra rosse debeo 4 m, a na području Rovinja na 26 Ha sloj terra rosse debeo 5 m. Za ostali dio površine, na kojem nije došlo do koncentracije terra rosse, usvojena je vrijednost za prosječnu debljinu terra rosse 0,3 m. Iz tih podataka izlazi da se na području Savudrije na površini od 1 km² nalazi prosječno 1 mil. tona, a na području Rovinja 3 mil. tona terra rosse.

* Analize je izradila Z. Magdalenić na čemu joj zahvaljujem.

Tabela IV — Table IV
 Prozirni teški minerali iz terra rossa Istre (u %)
 Transparent Heavy Minerals from the Terra Rossa of Istria (in %)

Lokalitet Locality	zr	ru	tu	ep	g	cr	cy	st	ti	am	py	zt	ap	and	c	gf	ct	br	at
1. Monte, B-22, 1—5 m	37,7	28,8	7,5	3,3	2,0	8,0	5,2	1,0	2,0	—	1,4	1,4	1,0	—	0,5	—	0,5	—	—
2. Monte, B-22, 5—9,5 m	42,0	16,8	6,3	5,5	5,5	8,0	2,9	1,7	6,3	1,7	1,3	0,4	—	—	0,8	—	0,8	—	—
3. Nova Vas, B-21, 1—7 m	20,2	24,8	14,5	10,3	3,7	6,2	4,1	2,9	2,5	4,1	1,2	0,8	0,4	1,2	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4
4. Nova Vas, B-21, 7—12 m	44,7	21,1	12,2	5,7	0,8	—	5,3	2,0	1,2	2,0	—	—	2,4	0,4	0,8	0,4	0,8	—	—
5. Turnina, B-3, 1—6 m	18,5	10,0	4,5	18,5	8,5	0,5	7,5	3,5	8,0	6,0	2,0	3,5	2,0	2,5	1,5	1,0	2,0	—	—
6. Sjenokoša	27,3	16,7	4,8	18,5	5,7	0,9	2,6	4,4	6,6	3,1	4,0	1,3	1,3	0,9	0,4	1,3	—	—	—
7. Srednja vrijednost br. 1—4 Mean value No 1—4	36,1	22,9	10,1	6,2	3,0	5,5	4,4	1,9	3,0	2,0	1,0	0,6	1,0	0,4	0,6	0,3	0,6	0,2	0,1
8. Srednja vrijednost br. 5—6 Mean value No 5—6	22,9	13,3	4,6	18,5	7,1	0,7	5,0	3,9	7,3	4,6	3,0	2,4	1,6	1,7	0,9	1,1	1,0	—	—
9. Vidi legendu See legend	15	9	19	2	37	7,5	—	<1	<1	—	—	<1	5,5	—	—	<1	2	<1	—
10. Vidi legendu See legend	1,6	2,4	4,5	16,4	24,1	—	2,5	4,2	5,7	18,5	1,3	7,0	3,3	0,2	—	3,2	2,4	0,5	—
11. Vidi legendu See legend	3,3	1,4	3,4	6,7	20,4	—	0,5	1,1	3,0	28,4	25,6	2,5	0,2	—	—	2,1	0,3	0,9	0,1

Legenda: 9. kvarc kalklitit — arenit, fliš Istre (prema Magdalenić, 1972)
 10. Pijesak otoka Suska (prema Mutić, 1967)
 11. Savremeni sedimenti sjevernog Jadrana (prema Joviću, 1972)

Legend: 9. Quartz Calcilithite — arenites of the Istrian flysch (after Magdalenić, 1972)
 10. Sand of the island Susak (after Mutić, 1967)
 11. Recent sediments of the north part of the Adriatic Sea (after Jović, 1968)

zr = cirkon
zircon
ru = rutil
rutile
tu = turmalin
tourmaline
ep = epidot
epidote

g = granat
garnet
cr = kromit
chromite
cy = disten
kyanite
st = staurolit
staurolite

ti = titanit
sphene
am = amfibol
amphibole
py = piroksen
pyroxene
zt = coisit
zoisite

ap = apatit
apatite
and = andaluzit
andalusite
c = korund
corundum
df = glaukofan
glaucophan

ct = kloritoid
chloritoid
br = brukit
brookite
at = anatas
anatase

Tabela V — Table V
 Kemijski sastav netopivog ostatka
 Chemical Composition of Insoluble Residue

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	32	32,80	31,44	46,70	22,05	48	28,40	49,7
Al ₂ O ₃	25	20,82	26,50	22,35	19,90	14	31,48	27,2
Fe ₂ O ₃	18	15,90	15,32	7,94	3,58	22	14,02	8,5
TiO ₂	1,9	1,40	1,97	1,47	1,05	1,4	1,81	1,3
H ₂ O ¹⁰⁵	2,74	3,90	2,00	2,66	1,20	1,15	1,47	—
H ₂ O ¹⁸⁰	1,37	1,20	0,37	1,07	6,47	0,77	0,40	—
Gub. žar.	18,62	16,76	16,88	11,36	28,85	10,70	18,90	13,2
% Net. ost.	0,17	0,29	0,28	0,61	1,62	0,19	0,57	0,46

1. Serbani (cenoman), 2. Sutići (alb), 3. i 4. Katun Trviški (cenoman), 5. Milo-
 tić Breg (turon), 6. Dubrava (turon), 7. Čepić (turon), 8. Rovinj (neokom).
 1.—8. Šinkovec, 1973

Analitičar: D. Šiftar

Tabela VI — Table VI

Sadržaj SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ i mikroelemenata u karbonatnim stijevama
 (u ppm)

Content of SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ and Microelements in Carbonaceous Rocks
 (in ppm)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ni	Co	Cu	Cr	Zr	V
1.	544	425	306	32	3,0	0,3	1,0	0,8	0,4	4,0
2.	950	604	461	41	2,9	0,3	2,2	1,3	0,3	2,2
3.	880	742	429	55	3,3	0,3	1,6	1,4	0,4	1,4
4.	2848	1363	484	90	8,0	0,5	8,0	1,7	1,1	6,0
5.	3572	3224	580	203	4,5	0,2	1,6	5,5	0,9	1,8
6.	912	266	418	27	3,3	0,2	1,0	3,4	0,2	0,9
7.	1619	1794	800	103	5,0	0,3	1,5	1,3	1,2	5,5
8.	2286	1251	391	60	3,3	0,2	3,2	2,5	0,9	2,6
Sr. vr. Average	1700	1209	484	77	4,2	0,3	1,7	2,2	0,6	3,0

Izračunati su i sadržaji SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 i TiO_2 koji se nalaze u tim količinama terra rosse (tabela VII, kolona 1 područje Savudrije, kolona 2 područje Rovinja). U tabeli je dat i sadržaj tih komponenata koji se nalazi u sloju krednih karbonatnih stijena debelom 1 m, na površini od 1 km^2 (kolona 3). Iz podataka kolona 1, 2 i 3 izračunato je u koliko debelom sloju krednih karbonatnih sedimenata se nalaze količine komponenata koje su identične s količinama tih komponenata u terra rossi (kolona 4 za terra rosse Savudrije, kolona 5 za terra rosse Rovinja). Isti proračun napravljen je i za mikroelemente i dobivene su niže vrijednosti za kolone 4 i 5 (osim za cirkonij).

Tabela VII — Table VII

	1	2	3	4	5
	(t)	(t)	(t)	1/3 (m)	2/3 (m)
SiO_2	623000	1734000	4250	147	408
Al_2O_3	186000	660000	3022	62	218
Fe_2O_3	68000	245000	1210	56	202
TiO_2	4600	33000	192	24	172

Podaci tabele VII pokazuju da bi bilo potrebno da se otopi sloj karbonatnih stijena deo najmanje 147 m (kod Savudrije), odnosno 408 m (kod Rovinja), ukoliko terra rosse potječu isključivo od krednih karbonatnih sedimenata. Ako još uzmemo u obzir da su značajne količine netopivog ostatka odnešene djelovanjem voda u podzemlje, potrebne debljine karbonatnih stijena, da bi se dobile postojeće količine terra rosse, bile bi veće od vrijednosti datih na tabeli VII. Nije poznato kolika je debljina karbonatnih stijena erodirana od gornjeg eocena do danas. Sudeći po položaju paleogenskih sedimenata prema krednim sedimentima, izgleda da je istarska mezozojska antiklinala bila većim dijelom već zaravnjena za vrijeme donjopaleogenske kopnene faze. Stoga je vjerojatno da količina karbonatnih stijena, koje su erodirane od gornjeg eocena do danas, nije bila dovoljna da bi isključivo od netopivog ostatka tih stijena mogle nastati terra rosse.

I mineralni sastav terra rosse ukazuje da one ne potječu isključivo od karbonatnih stijena. Naime, među mineralima glina u terra rossi najzastupljeniji je ilit, dok u netopivom ostatku karbonatnih stijena alba i gornje krede znatno prevladava kaolinit (Sinkovec, 1973). A na karbonatnoj površini kakva je u Istri, ne postoji mogućnost prinosa alkalija i uvjeta za prelaz kaolinita u ilit.

Nadalje, veliki nesrazmjer sadržaja SiO_2 prema ostalim komponentama u terra rossi i krednim karbonatnim stijenama pokazuje da je vršen

prinos materijala sa strane na karbonatno tlo, pri čemu je donešeno više kvarca nego ostalih komponenata. Odnos $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ u karbonatnim stijenama je 1,40, u terra rossi područja Savudrije 3,35, a područja Rovinja 2,62.

Na značajan utjecaj drugih faktora pri stvaranju terra rosse ukazuje i činjenica što terra rosse ležišta Nova Vas ima isti mineralni i kemijski sastav kao i terra rosse područja Savudrije koje se nalaze na krednim karbonatnim sedimentima, iako ležište Nova Vas leži na eocenskim foraminiferskim vapnencima.

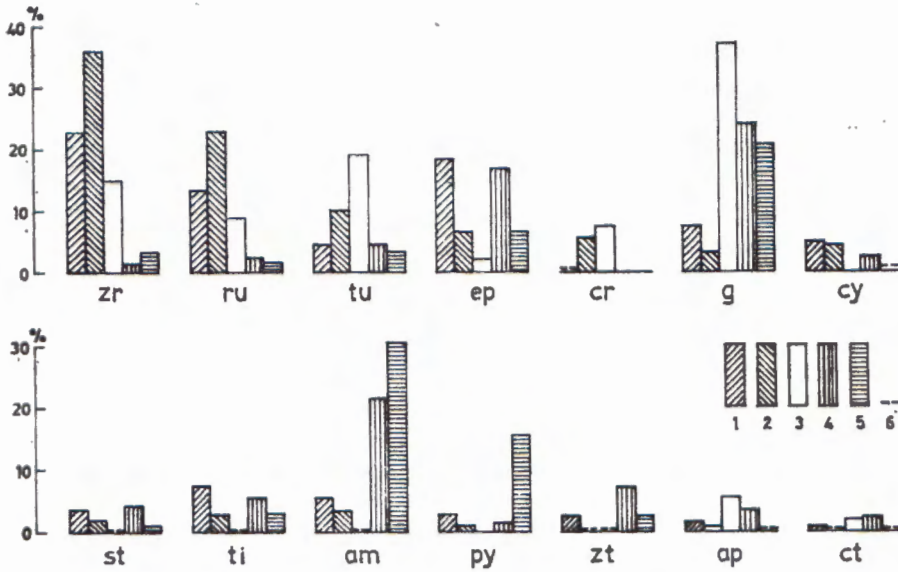
Eocenski sedimenti protezali su se ranije južnije od područja gdje se danas nalaze, a moguće je da su prekrivale cijelo područje današnje Istre (Polšak, 1965). Logično je pretpostaviti da je dio erodiranih eocenskih naslaga, koje se pretežno sastoje od pješčenjaka i laporovitih sedimenata, ušao u sastav terra rossa. Tome u prilog je i činjenica da je u eocenskim naslagama od minerala glina najviše zastupljen ilit (Magdalenić, 1972), te povišen sadržaj kvarca u terra rossi sjeverne Istre, koje su bliže eocenskim naslagama.

Na području Istre (kod Medulina i Pirana) te na otoku Susku nalaze se eolski sedimenti (d'Ambrosi, 1955, Mutić, 1967). Prema d'Ambrosiju eolska aktivnost bila je naročito izražena za vrijeme pleistocena. Stoga je i eolski materijal mogao sudjelovati u stvaranju istarskih terra rossa. Na to upućuje usporedna analiza sadržaja teških akcesornih minerala u terra rossi, eolskim pijescima otoka Suska, eocenskim naslagama i recentnim sedimentima sjevernog Jadrana (tabela IV).

Analizom podataka o sadržaju teških akcesornih minerala može se zaključiti da je u terra rossi Istre imao značajan utjecaj i eolski materijal i materijal od erodiranih eocenskih sedimenata.

Uspoređivanjem sadržaja pojedinih akcesornih minerala u terra rossi sa sadržajem tih minerala u eocenskim naslagama i pijescima otoka Suska, vidi se da se utjecaj eolskog materijala jače zapaža kod terra rossa područja Rovinja, dok se kod terra rossa sjeverne Istre zapaža jači utjecaj eocenskih naslaga. Ta pravilnost nađena je kod većine akcesornih minerala. Tako je sadržaj cirkona veći u terra rossi sjeverne Istre nego u terra rossi Rovinja, jer je i sadržaj cirkona u eocenskim sedimentima znatno veći nego u eolskim sedimentima Suska (sl. 1). Isti slučaj je i kod rutila, turmalina i kromita. Ako je neki mineral jače zastupljen u eolskim sedimentima Suska nego u eocenskim sedimentima, taj mineral je obilniji i u terra rossi Rovinja (epidot, disten, staurolit, titanit, amfiboli, pirokseni, coisit i kloritoid).

Ovi podaci nam govore da su se i na području Rovinja nalazili eocenski sedimenti. Oni su potpuno erodirani u ranijem periodu posteocenske kopnene faze, a njihov pretaloženi materijal djelomično se zadržao na krednoj karbonatnoj podlozi i ušao u sastav terra rossa. U sjever-



Sl. 1. Teški minerali iz terra rosse Istre

1. Terra rosse područja Rovinj, 2. Terra rose sjeverne Istre, 3. Kvarc kalklithit-arenit eocenskog fliša Istre, 4. Pijesak otoka Susak, 5. Savremeni sedimenti sjevernog Jadrana, 6. Sadržaj 0—1%.

Fig. 1. Heavy minerals from the terra rossa of Istria

1. Terra rossa of Rovinj area, 2. Terra rossa of the north part of Istria, 3. Quartz calcilithite-arenites of the Eocene flysch, 4. Sand of the island Susak, 5. Recent sediments of the north part of the Adriatic Sea, 6. Content 0—1%.

nom dijelu Istre proces erozije eocenskih sedimenata trajao je znatno duže, pa je stoga i erodirani eocenski materijal u terra rossi tog dijela Istre jače zastupljen.

Na značajan utjecaj eocenskih sedimenata u genezi terra rosse ukazuje i sličnost sadržaja mikroelemenata u eocenskim laporima i terra rossi, koja je jače istaknuta u terra rossi sjeverne Istre (tabela II).

Asocijacija teških akcesornih minerala savremenih sedimenata sjevernog Jadrana najmanje se podudara s asocijacijom tih minerala u terra rossi. To ukazuje na malen ili nikakav utjecaj prinosa materijala eventualnim vodenim tokovima koji su u ranijem periodu posteocenske kopnene faze sa sjevera i zapada tekle preko današnjeg područja Istre.

Izvjestan utjecaj na stvaranje terra rossa vjerojatno su imali i donjopaleogeni boksiti, koji su bili podvrgnuti eroziji. Djelovanjem umjerene klime i prinosa alumosilikatnih minerala i kvarca boksiti su silificirani, pri čemu su alumohidroksidi prešli u kaolinit.

Iz naprijed iznesenih podataka proizlazi da terra rosse Istre potječu ne samo od netopivog ostatka krednih karbonatnih stijena, nego da su u njihovoj genezi značajnu ulogu imali i eocenski sedimenti i eolski materijal.

Primljeno 07. 03. 1974.

Zavod za mineralogiju,
petrologiju i ekonomsku geologiju,
Rudarsko-geološko-naftni fakultet,
41000 Zagreb, Pierottijeva 6

LITERATURA

- Ambrosi, C. d' (1955): Note illustrative della carta geologica delle tre Venezie, foglio Trieste, 1—83, Padova.
- Jović, P. (1958): Petrografska studija sedimenata morskog dna sjevernog Jadrana. — Arh. geol. Inst., Zagreb
- Kišpatić, M. (1912): Bauxites des kroatischen Karstes und ihre Einstehung. — N. Jb. Min. Geol. Pal., 34, 513-552 Stuttgart.
- Magdalenić, Z. (1972): Sedimentologija fliških naslaga srednje Istre. — Acta geol. JAZU 7/2 (Prir. istr. 39), 71—99, Zagreb.
- Marić, L. (1965): Terra rossa u karstu Jugoslavije. — Acta geol. JAZU 4, 19—72, Zagreb.
- Milošević, F. & Jović, P. (1973): Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi gline u području Buja u Istri. — Arh. geol. inst., Zagreb.
- Mutić, R. (1967): Pijesak otoka Suska. — Geol. vjesnik, 20, 41—56, Zagreb.
- Polšak, A. (1965): Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju krednih naslaga. — Geol. vjesnik, 18/2, 415—509, Zagreb.
- Sacco, F. (1924): L'Istria. Cenni geologici generali. — Mem. Descr. carta geol. Italia, 19, 1—105, Mondovi.
- Sinkovec, B. (1973): The origin of Early Paleogene bauxites of Istria, Yugoslavia. — III congr. intern. I.C.S.O.B.A., 151—164, Nice.
- Tomljanović, B. (1973): Elaborat o proračunu rezervi keramičke gline kod Rovinja. — Arh. ist. boksit., Rovinj.
- Tučan, F. (1912): Terra rossa, deren Natur und Entstehung. — N. Jb. Min. Geol. Pal., 34, 401—430, Stuttgart.

B. SINKOVEC

THE ORIGIN OF TERRA ROSSA IN ISTRIA

In order to determine the origin of Istrian terra rossa, samples of terra rossa from three different sites have been examined: terra rossa from the deposits of Monte in Northern Istria, 3 km east of Savudrija; terra rossa from the deposits of Nova Vas, 7 km north east of Novigrad; and terra rossa from the deposits of Sjenokoša and Turnina, 2 km east of Rovinj.

Terra rossa is found on carbonaceous sediments as a discontinuous surface layer 0.5 to 1 m thick, with carbonaceous rocks often protruding from it. Substantial quantities of terra rossa, often 10 to 12 m deep, have formed in depressions by erosion of higher slopes. The deposits of terra rossa near Savudrija cover an area of 5 to 23 hectares, and the area near Rovinj is 10 to 75 hectares. The volume of deposits ranges from several hundred thousand to several million tons of terra rossa.

The chemical composition of terra rossa is given in Tables I and II, the mineral content in Table III, and the content of accessory heavy minerals is shown in Table IV.

Judging by the geological conditions of Istria, the original material for terra rossa might have been the insoluble residue of Cretaceous carbonaceous rocks dissolved by rainfall and surface waters from the Upper Eocene until the present day, as well as eroded Eocene sediments and Eolean material.

In order to test the first proposition, the content of the insoluble residue and its chemical composition was determined from 8 samples of Cretaceous carbonaceous rocks. The results are presented in Tables V and VI.

It has been determined that on the average there is 1 million tons of terra rossa per 1 sq km in Northern Istria and 3 million tons of terra rossa near Rovinj. Table VII shows the composition of main ingredients of terra rossa per 1 sq km in Northern Istria (column 1), near Rovinj (column 2), the amount of ingredients in a 1 m deep layer of carbonaceous rocks on an area of 1 sq km (column 3). The data in columns 1, 2, 3 have been used to calculate how deep a layer of carbonaceous rocks would have to be to contain the amounts of ingredients identical with the amounts of those ingredients in terra rossa (column 4 for the terra rossa of Savudrija, column 5 for the terra rossa of Rovinj).

The data in Table VII show that a layer at least 147 m deep (for Savudrija) and 408 m deep (for Rovinj) should have been dissolved if the terra rossa was to have originated from Cretaceous carbonaceous rocks exclusively. It does not seem probable that the volume of carbonaceous sediments, eroded since the Upper Eocene, has been sufficient to form the terra rossa only from the insoluble residue of those rocks.

What is more, the mineral content of terra rossa shows that it has not been formed from carbonaceous rocks alone. Among the clay minerals contained in the terra rossa, illite is preponderant, while kolinite definitely prevails in the insoluble residue of the carbonaceous rocks. The carbonaceous surface, such as is found in Istria, does not allow any in-flow of alkalis, nor does it provide conditions for transforming kaolinite into illite.

Furthermore, the great disproportion in the SiO_2 contents, as compared to other ingredients of terra rossa and Cretaceous carbonaceous rocks, shows that the material has been brought to the carbonaceous ground from elsewhere, whereby more quartz has been brought in than other components. The ratio of $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ in the carbonaceous rocks is 1.40; in the terra rossa of Savudrija it is 3.55, and in the region of Rovinj 2.62.

The analysis of data concerning the contents of accessory heavy minerals suggests that Eolean material and the material formed by eroded Eocene sediments has played an important part in the formation of Istrian terra rossa.

A comparison of the contents of single accessory minerals in terra rossa with the contents of the same minerals in Eocene sediments and the Eolean sand of the island of Susak (Fig. 1) shows that the Eolean materials were more significant in the terra rossa of the Rovinj area, while Eocene sediments had more influence in the terra rossa of Northern Istria.

It can be concluded from the data presented above that Istrian terra rossa had its origin not only in the insoluble residue of Cretaceous carbonaceous rocks, but that an important part in its genesis was played by Eocene sediments and Eolean material.

Received 7 March 1974

*Department of Mineralogy,
Petrology and Economic Geology,
Faculty of Mining, Geology
and Petroleum Engineering,
41000, Zagreb, Pierottijeva 6*