

Orta Pasifik Havzasından Alınan Manganez Yumrularının Mineralojisi; Köken ve Oluşum Mekanizması Üzerine Görüşler

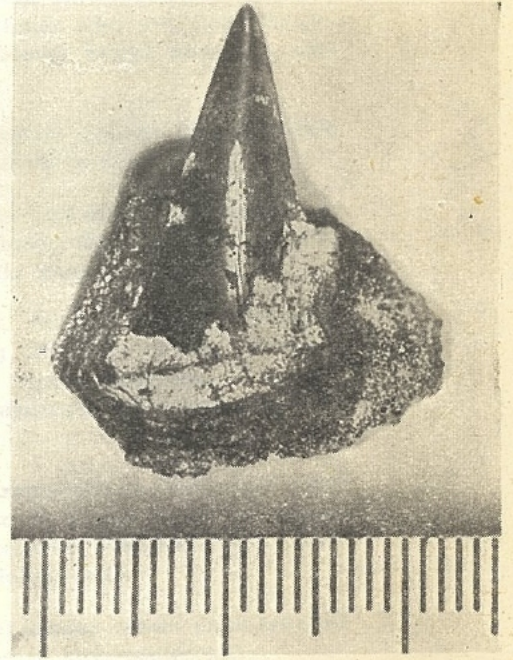
MEHMET FAKIOĞLU Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

GİRİŞ

Derin deniz manganez yumrularının mineralojik ve jeokimyasal analizleri özellikle son bir kaç yılda, yoğun bir şekilde çalışılmış, yumruların ekonomik yönden değerlendirilmesi için yeni yöntemler geliştirilmeğe başlamıştır. Türkiye'yi çevreleyen denizlerde, şimdiki araştırma düzeyinde yumruların ekonomik olarak işlenmesi söz konusu olmamakla beraber, en azından eski çökeltme ortamlarının aydınlatılmasında kullanılabilecek yeni veriler sağlayabileceği de düşünülerek, yapılan çalışmaya, yumruların oluşum mekanizması ve kökeni üzerine genişletilmiş bir derleme bölümü eklenmiştir.

Yumrular, kabuk ve çekirdek bölümlerinin X-ray difraksiyon analizleri yapılarak incelenmiş kabuk kısımlarında 10 Å Manganit ve δ - MnO_2 iki temel faz olarak gözlenmiştir (Fakioğlu M., Yuasa M., 1979). Kuvars ve feldspat, bazı silikatlar, götit ve lepidokrozit ikincil mineraller olarak bir çok yumruda gözlenmiştir. Çekirdeği oluşturan mineraller arasında zeolitler (filipsit ve klinoptilolit) hakim olmakla beraber bütünüyle kuvars, feldspat kil mineralleri veya fosilleşmiş organik kalıntılarından (şekil 1) oluşan çekirdekler de görülmüştür.

Sonuçlar bir tablo halinde verilmiş (Tablo I) ve yumru morfolojisi, deniz dibi topografyası ile manganez minerallerinin bileşimi arasında denestirmeler yapılmış, yumruların kendi içlerinde değişik düzeylerde, bileşim yönünden gösterdikleri farklılıklara da bazı açıklamalar getirilmeğe çalışılmıştır.



Şekil 1 : Köpek balığı dişi üzerine gelişmiş bir manganez yumrusu (MTA Müzesine verilmiştir.)

Araştırma Ocak-Şubat/1978'de şekil 2'de görülen Orta Pasifik havzasında 7-14° kuzey enlemleriyle 176° doğu-179° batı boylamları arasında kalan bölgede Geological Survey of Japan tarafından yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan Hakurei-maru gemi-

Tablo I : Yumruların çeşitli düzeylerinden alınan örneklerin inceleme sonuçları.

Açıklamalar :

X : Kristalleşme derecesi; K : Kötü, O Orta, İ : İyi, Çİ : Çok İyi.

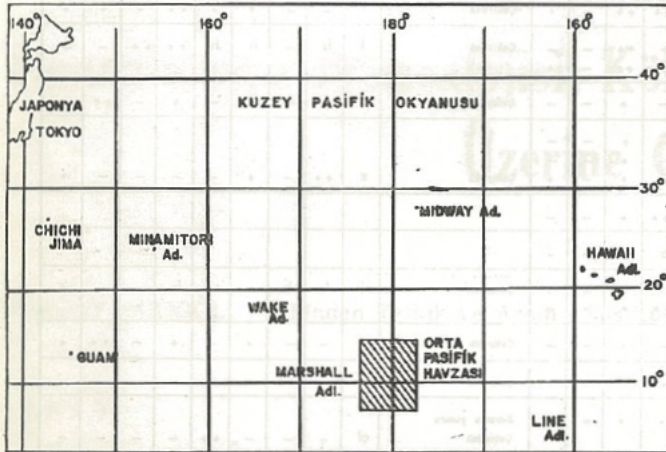
Mineraller : IOA : Manganez, dMan : δ -MnO₂, K : Kuvars, F : Feidspat, Z (C) : Zeolit (Klinoptilolit), Z (P) : Zeolit (filipsit), Mon : Montmorillonit, Diğer : Ca-Al-Si-Hidrat, K-Mg-Silikat, Götit, Lepidokrozit, tayin edilemeyen ve/veya yukarıdakilerin kombinasyonu olarak saptanan mineraller)

Sıklık : + + : Çok bol, + : Bolca, İz : İz halinde, - : Gözlenmedi

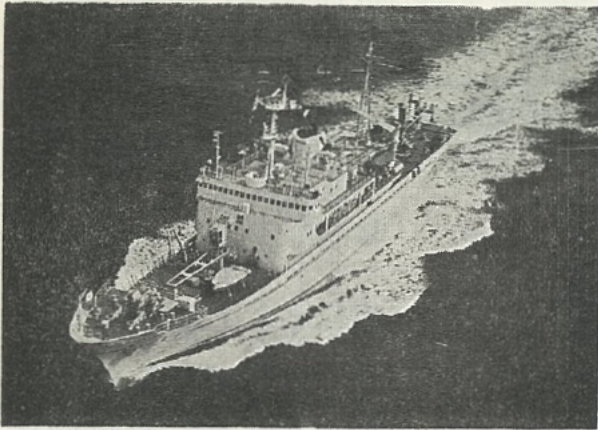
İstasyon No	Gözlem No.	İncelenen Kısım	X	Mineraller					İncelenen Kısım	X	Mineraller								
				IOA	dMan	Q	F	Diğer			IOA	dMan	Q	F	Z(P)	Z(C)	dMan	Diğer	
1036	G(B) 604	En dış kabuk	K	++	+	+	-	+	Çakırdak	K	-	-	İz	İz	-	++	-	+	
	FG 74-2	İç kabuk	K	+	+	+	-	+			K	-	-	İz	İz	-	++	-	+
1057	G(B) 605-1	Dış kabuk	K	+	+	+	-	+	Çakırdak	İ	-	-	+	+	++	+	-	+	
1040	G(B) 608	Dış kabuk	K	+	+	+	-	+											
1043	G 611	Dış kabuk	Çİ	++	-	+	-	-	Yassı tane	Çİ	İz	-	++	-	-	-	-	-	
	F 680-1	Dış kabuk	Çİ	++	-	+	-	-			Çİ	İz	-	++	-	-	-	-	-
1044	G 612								Çakırdak Tane Tane	Çİ	-	-	İz	+	++	+	İz	İz	
	F 681-1	Dış kabuk	İ	++	İz	+	-	+			Çİ	-	-	+	+	++	+	+	+
1045	G 613	Dış kabuk	O	+	++	++	-	+	Çakırdak	İ	-	-	+	+	++	+	+	+	
1046	G 614	Yüzey taneçikleri	Çİ	++	-	++	-	-	Çakırdak	İ	İz	-	İz	İz	++	+	-	-	
	Dış kabuk	O	++	İz	++	-	+	İ			İz	-	İz	İz	++	+	-	-	
1047	G 615	Dış kabuk	İ	++	-	+	-	-	Çakırdak	İ	-	-	+	-	+	-	++	-	
1048	G(B) 616	Yüzey taneçikleri	Çİ	++	-	+	-	-	Çakırdak	K	++	-	+	-	-	-	-	+	
	Dış kabuk	O	++	-	+	-	-	Çİ			++	-	+	-	-	-	-	-	+
F 685-2	Dış kabuk	K	++	+	+	-	+	Çakırdak	Çİ	++	-	+	-	-	-	-	+		
1048-1	G 616-1	Kabuklar	İ	-	++	+	-	-											
1049	G 617	Dış kabuk	Çİ	++	İz	+	-	-											
1050	G 618	Dış kabuk	K	++	-	+	+	-	Çakırdak	İ	İz	İz	-	++	İz	-	-	+	
	F 687-1	Kabuklar	İ	++	++	+	-	+			İ	İz	İz	-	++	İz	-	-	+
1051	G 619	Dış kabuk	İ	++	-	+	-	-	Çakırdak	İ	-	-	+	-	+	-	++	+	
1052	G 620	Kabuklar	İ	++	+	+	-	-	Çakırdak	İ	++	++	+	-	-	-	-	-	
1053	G 621	Küçük Yumur	K	+	+	+	+	+	Sommsı yumru Çakırdak Kabuk	Çİ	-	-	-	++	-	-	-	-	
			İ	-	-	-	++	++			-	-	-	-	-	-	-	-	-
1054	G 622	Dış k. (yuvarlak)	O	+	++	+	-	-	Çakırdak	Çİ	-	-	++	-	-	-	-	+	
	Dış k. (yassı)	O	-	++	+	-	+	Çakırdak			Çİ	-	-	++	-	-	-	-	+
	En dış kabuk	O	-	++	+	-	+	Çakırdak			Çİ	-	-	++	-	-	-	-	+
F 691-2	İç kabuk	O	-	++	+	-	+	Çakırdak	Çİ	-	-	++	-	-	-	-	+		
1060	G(B) 623	Kabuklar	O	++	-	+	+	-											
	F 692-1	Kabuklar	O	++	-	+	+	-											
1061	G(B) 624	Yüzey taneçikleri	Çİ	++	-	+	-	-	Çakırdak Yassı tane	Çİ	++	-	+	+	-	-	-	+	
	F 694-1	Küçük yumru	Çİ	++	-	+	-	-			Çİ	++	-	+	+	-	-	-	-
1066	G(B) 626	Yüzey taneçikleri	Çİ	++	-	+	-	-	Çakırdak	O	-	-	İz	İz	+	İz	++	-	
	Dış kabuk	O	++	+	+	-	-	Çİ			++	-	+	+	-	-	-	-	-
	Kabuklar	İ	++	+	+	-	+	Çİ			++	-	+	+	-	-	-	-	-
F 695-1	Yüzey taneçikleri	Çİ	++	+	+	-	+	Çakırdak	Çİ	++	-	+	+	-	-	-	-		
F 695-2	Kabuklar	O	++	İz	+	+	+	Çakırdak	Çİ	++	-	+	+	-	-	-	-		
1057	F 695-1	Kabuklar	İ	++	+	+	-	-	Çakırdak	İ	++	++	+	-	-	-	-	-	
	F 695-2	Dış kabuk	Çİ	++	-	+	-	-			Çİ	++	++	+	-	-	-	-	-
1057-2	G 627-2A	Yüzey taneçikleri	İ	++	-	+	İz	-	Çakırdak	O	++	-	+	-	-	-	-	+	
	G 627-2B	Dış kabuk	İ	++	-	+	+	-			İ	++	-	+	++	-	-	++	+
1059	G 629	Yüzey taneçikleri	Çİ	++	-	+	-	-	Çakırdak	İ	++	-	+	-	-	-	-	-	
İç kabuklar	İ	++	-	+	-	+	Çİ	++			-	+	-	-	-	-	-	-	
1064	F 6100-2	Küçük yumru	O	+	+	+	+	-	Çakırdak	O	-	-	-	+	++	-	-	+	
	Dış k. (diğer yum.)	İ	++	-	İz	+	+	Çİ			++	-	+	+	-	-	-	-	+
1065	G 632	Kabuklar	İ	++	-	+	-	-	Çakırdak	-	-	-	-	-	-	-	++	-	
	Dış kabuk	K	+	-	+	+	+	Çİ			++	-	+	+	-	-	-	-	-
	Dış kabuk	K	-	++	+	-	+	Çİ			++	-	+	+	-	-	-	-	-
F 6102-1	Dış kabuk	K	+	-	+	+	+	Çakırdak	Çİ	++	-	+	+	-	-	-	-		
F 6102-2	Dış kabuk	K	-	++	+	-	+	Çakırdak	Çİ	++	-	+	+	-	-	-	-		
1066	F 6104	Dış kabuk	K	++	-	+	-	+	Çakırdak	O	-	-	-	İz	++	++	+	-	
1071	G 637	Kabuklar	O	++	+	+	İz	-											
1073	F 6109-6	Dış kabuk	K	+	++	++	-	+	Çakırdak	İ	-	-	İz	İz	++	+	+	+	
1074	F 6110-1	Dış kabuk	K	+	+	+	+	+	Çakırdak	İ	-	-	-	+	++	+	+	-	
	F 6110-2	Dış kabuk	K	+	-	+	-	+			İ	-	-	İz	+	-	++	-	++
1039-A	G 641	Dış kabuk	O	++	-	+	-	-											
	F 6114-1	Dış kabuk	O	+	-	-	-	+											

sine (şekil 3) ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir (Inove, 1975) :

Uzunluk (tam boy)	: 86.95 m
Uzunluk (kaimeler arası)	: 77.00 m
Genişlik	: 13.40 m
Derinlik	: 5.30 m
Draft	: 5.00 m
Gros tonaj	: 1821.60 ton
Seyir hızı	: 15.00 kt.
Dayanabileceği yol	: 15.000 deniz mili
Mürettebat	: 55 kişi (35 görevli, 20 araştırmacı)



Şekil 2 : Çalışmaların yapıldığı Orta Pasifik Havzası.



Şekil 3 : Jeolojik araştırma gemisi «Hakuri-maru».

Gemide jeolojik örneklemede kullanılan çeşitli kapasitelerde beş ana vinç, bunların dışında sığ derinliklerde çalışma yapan ve jeofizik aletlerinin yüzdürülmesinde kullanılan vinçler de bulunmaktadır.

Jeofizik, kimya, sedimantoloji, jeokimya ve mineraloji, navigasyon ve gravite ölçümünde kullanılmak üzere beş laboratuvar vardır.

Gemide kullanılan jeolojik ve jeofizik araçları şunlardır : Uydu navigasyon sistemi, gravite-metre, bilgi işlem sistemi, derinlik kayıt aracı (PDR), echo-

sonder, yan tarayıcı sonar, 3.5 kHz. taban altı profil kayıt aracı, sparker ve air-gun, proton manyeto-metre, derin deniz kamera ve TV sistemi, kepçe, piston ve gravite ile karot alma sistemleri, uzaktan kontrollü derin deniz sondaj aletleri, atomik absorpsiyon spektrofotometre ve X-ışınları difraktometresi.

YÖNTEM

Manganez yumrularının, manganez minerallerinden oluşan içiçe kabukları ile çekirdek bölümleri ayrı ayrı incelenmiştir. Kullanılan aletlerdeki ayarlar ve ikincil parçalar, yumrunun incelenen bölümüne, kristalleme derecesine ve saflığına bağlı olarak değişken tutulmuştur. Çalışma, Japon yapısı Rigaku Denki difraktometresiyle sürdürülmüştür. Örneklerin bir bölümü önce Cu-K α tübüyle işleme sokulmuş, iyi sonuç alınmayınca Fe-K α tübü kullanılmıştır. 20-30 kV de akım şiddeti 12 ile 16 mA arasında tutulmuştur. Manganez kavkuların büyük bir bölümü için en uygun koşullar 14 mA ile 25 kV olarak saptanmıştır. Yumru çekirdekleri için ufak farklılıklarla ayar yukarıdakine yakın tutulmuştur. Fe-K α radyasyonu, Mn-filtresiyle önlenmiştir. Tarama hızı (scanning speed) 2 derece/dakika olarak sabit, buna karşılık zaman sabiti oldukça geniş (2-16 saniye) tutulmuştur. Kavkular için genellikle 0.6 mm lik çekirdekler için de 0.3 mm.lik ön yarık (receiving slit) yeterlidir. Porselen havanda ufalanan mineral tozları başka herhangi bir işlemden (ısıtma gibi) geçirilmemiştir. Sözü edilen manganez minerallerinin (δ -MnO $_2$ ve 10 Å manganit), todorokit ve birnesit olarak değerlendirilmesi (Nohara, M., 1977), bu işlemlere bağlı olabilir.

SONUÇLAR

A. Kabuk

Eldeki manganez umrularının çarşılması temel manganez minerallerinin 10 Å Manganit ve δ -MnO $_2$ olduğunu göstermiştir. Tablo I'den de kolaylıkla gözlenebileceği gibi örneklerin çoğunda 10 Å Manganit hakim veya en azından mevcuttur. Kuvars da çoğu örnekte bol oranda, buna karşılık feldspat mineralleri daha az gözlenmiştir. Feldspat minerallerinin bileşimini kesin olarak belirlemek güç olmakla beraber, yüksek sanidin, andezin ve bazen labradorite yakın olduğu görülmüştür. Götite ve Lepidokrozit bazı kavkılarda (özellikle FG-114-1 numaralı örneğin karmaşık kavkısında) iz mineraller olarak gözlenmiştir. Bu arada zeolitler ve bazı silikat minerallerine de rastlanmıştır.

B. Çekirdek

Temel bileşenlerine göre çekirdekleri dört sınıfta toplamak olasıdır:

- Zeolit çekirdekler,
- Manganez minerallerinden oluşan çekirdekler,

c — Kuvars çekirdekler,

d — Kil minerallerinden (montmorillonit) oluşan çekirdekler.

a — Zeolit çekirdekler: Çoğunluğu oluşturan gruptur. Belirlenen iki zeolit minerali klinoptilolit ile filipsittir. Her ikisinin de kristallenme dereceleri iyidir. Bu grup çekirdeklerin çoğunda bu mineralleri birlikte bulmak olasıdır. G (B') 604 ve FG 110-2 örneklerinde saf klinoptilolit gözlenmiştir. Bu arada manganez mineralleri, kuvars, feldspat, montmorillonit, belirlenemeyen bazı mineral ve/veya karışımlar da mevcuttur.

b — Manganez minerallerinden oluşan çekirdekler: Burada da hakim faz 10 Å Manganit olmakla beraber δ -MnO₂ fazının kabukta olduğundan daha etkin oluşu dikkat çekicidir.

c — Kuvars çekirdekler: Genellikle çok ince bir manganez mineral örtüsüyle kaplanmış yassı parçalar halindedirler; bu nedenle kabuğu çekirdekten ayırmak oldukça zor olmuştur.

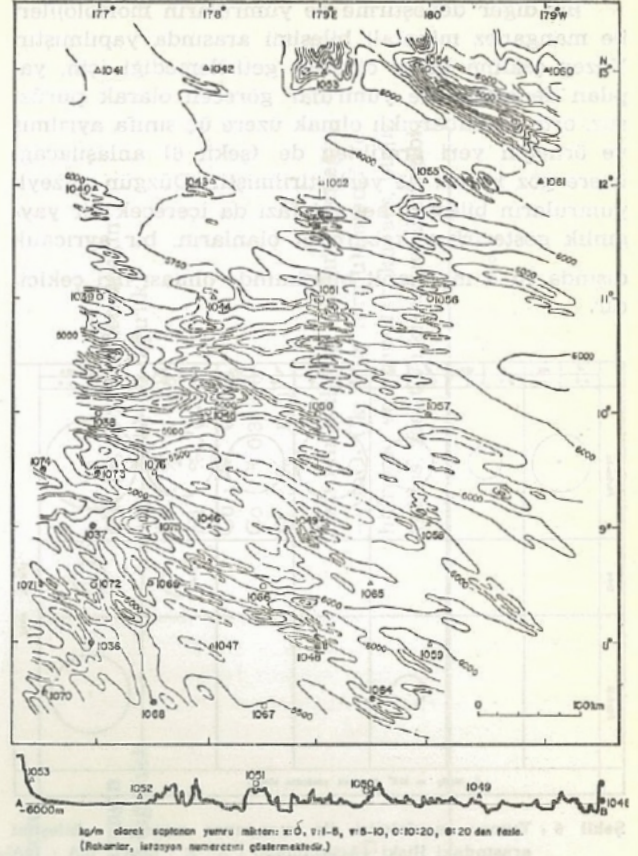
d — Montmorillonit çekirdekler: Kil mineralleri içinde en iyi belirlenen montmorillonit olmuştur. Özellikle FG 91-2 ve FG 102-2 no.lu örneklerde saf montmorillonit gözlenmiştir.

TARTIŞMA

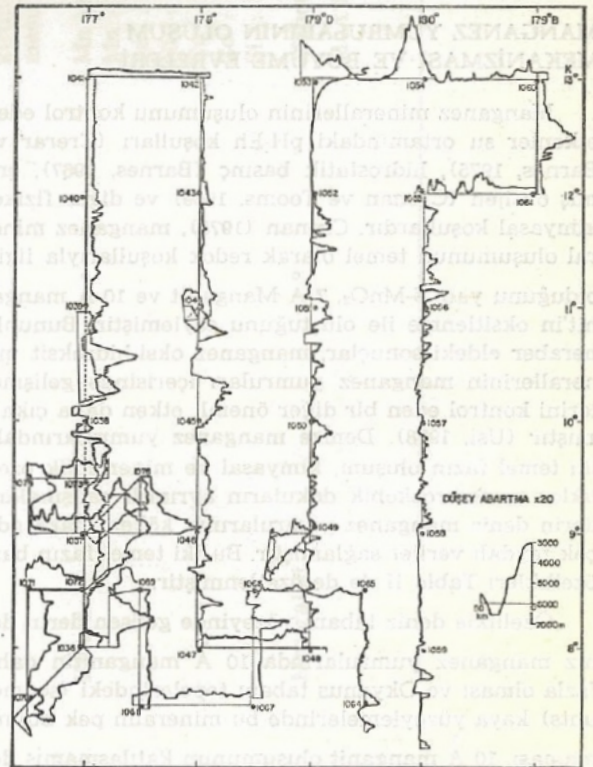
Yumruların dışarıdan içeriye doğru çeşitli düzeyleri incelenmiş, özellikle daha belirgin grafik veren girinti-çukurluklu yumrulara kristallenme derecesi ve saflık yönünden, merkezden dışarıya doğru bir artış gözlenmiştir. Bu durum 1046, 1048, 1054 ve 1056 ve 1059 no.lu istasyonlardan alınan örneklerde açıkça görülmektedir (Tablo D).

Deniz dibi topoğrafyası (şekil 4 ve 5) ile manganez mineral bileşimleri arasında da basit bir dengeleme yapıldığında, denizaltı tepe etekleri ve yamaçlarından alınan örneklerde δ -MnO₂ fazının daha etkin olduğu 1054, 1048, 1045, 1073, 1036 ve 1050 no.lu istasyonlardan rahatlıkla izlenmektedir.

Bazı örneklerde (1036, 1046 ve 1056 numaralı istasyonlar), yüzeydeki ince tane tabakası ve konsantrik halkalar da gözönüne alınarak, kenardan ortaya doğru δ -MnO₂ oranında hafif bir artış görülmüştür. Bunun bir kural olduğu düşünülmemekle beraber olası nedenlerine yazının sonraki bölümlerinde yer verilecektir. Alınan örnekler içinde manganez mineralinden oluşmuş çekirdeği olanlar için benzer bir eğilimden söz etmek biraz güçtür. Genellikle bileşimde belirgin farklılıklar yoktur; varsa da 1048 (FG. 85-2) ve 1052 numaralı istasyonlardan alınan örneklerden de anlaşılabilir gibi iki yönlü de olabilmektedir. Bununla beraber 1055 numaralı istasyondan alınan tek örnek dışında kristallenmenin dış kısımlarda daha iyi olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 4: Alanın batimetrik haritası ve örneklerle istasyonlarında saptanan manganez yumrusu oranı.



Şekil 5: Çalışan alanda bazı örnek hatları boyunca alınan deniz tabanı profilleri.

Bir diğer denestirme de yumruların morfolojileri ile manganer minerali bileşimi arasında yapılmıştır. Yüzey şekline kesin ölçütler getirilemediği için, yapılan denestirmede yumrular göreceli olarak pürüzsüz, orta ve kabarcıklı olmak üzere üç sınıfa ayrılmış ve örneğin yeri grafikten de (şekil 6) anlaşılacağı üzere göz kararı ile yerleştirilmiştir. Düzgün yüzeyli yumruların bileşimi her iki fazı da içerecek bir yaygınlık gösterirken kabarcıklı olanların, bir ayrıcalık dışında 10 Å manganit bileşiminde olması ilgi çekicidir.

	δ	10Å	10Å	10Å	10Å	10Å	10Å	10Å	10Å	10Å	10Å	10Å
	++	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pürüzsüz	4	1	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5
Orta									1	1		
Kabarcıklı			1								7	

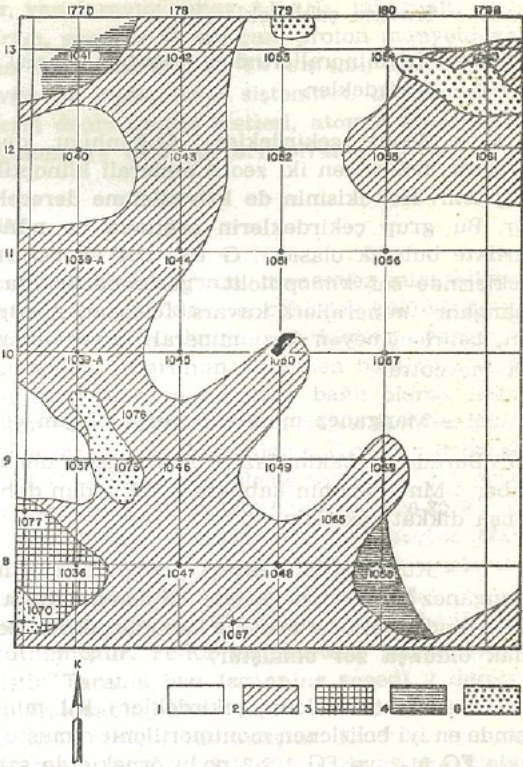
δ-MnO₂ ve 10Å Manganit yendenden bilgin

Şekil 6 : Yumru morfolojisi ile manganer mineral bileşimi arasındaki ilişki (Açıklamalar : δ : δ - MnO₂ 10Å : 10Å Manganit, ++ : çok bol, + : bolca, - : gözlenmedi, İz : İz halinde. Rakamlar, aralıklara düşen örnek sayısını göstermektedir).

MANGANEZ YUMRULARININ OLUŞUM MEKANİZMASI VE BÜYÜME EVRELERİ

Manganer minerallerinin oluşumunu kontrol eden etkenler su ortamındaki pH-Eh koşulları (Crerar ve Barnes, 1975), hidrostatik basınç (Barnes, 1967), erimiş oksijen (Cronan ve Tooms, 1969) ve diğer fizikokimyasal koşullardır. Cronan (1975), manganer mineral oluşumunun temel olarak redox koşullarıyla ilgili olduğunu yani δ-MnO₂, 7 Å Manganit ve 10 Å manganit'in oksitlenme ile oluştuğunu söylemiştir. Bununla beraber elde edilen sonuçlar, manganer oksit-hidroksit minerallerinin manganer yumruları içerisinde gelişmelerini kontrol eden bir diğer önemli etken daha çıkarılmıştır (Usi, 1978). Denize manganer yumrularındaki iki temel fazın oluşum, kimyasal ve mineralojik özellikler ve mikroskobik dokuların ayrıntılı çalışmaları, derin deniz manganer yumrularının kökeni hakkında çok faydalı veriler sağlamıştır. Bu iki temel fazın bazı özellikleri Tablo II de de özetlenmiştir.

Özellikle deniz tabanı yüzeyinde gelişen derin deniz manganer yumrularında 10 Å manganitin daha fazla olması ve Okyanus tabanı tepelerindeki (seamounts) kaya yüzeylemelerinde bu mineralin pek bulunmaması, 10 Å manganit oluşumunun katılaşmamış derin deniz çökelleriyle ilişkili olduğunu gösterir. Şekil 7 de çalışılan alandaki çökelle yapısı kabaca veril-



Şekil 7 : Yüzey çökellerinin dağılımı (Açıklamalar : 1 : Derin deniz kili, 2 : Silisli kil 3 : Kalkerli-silisli kil, 4 : Silisli oze, 5 : Kalkerli oze).

meğe çalışılmıştır. Derin deniz çökellerinin arasındaki sularda bulunan Mn, Cu, Ni, Co ve Zn konsantrasyonları, normal deniz suyu veya derin deniz taban suyuna oranla daha yüksektir (Presley ve diğ., 1967; Presley ve diğ., 1970; Raab 1972). Lynn ve Bonatti (1965), Li ve diğ. (1969) ve diğer jeokimyacılar (Bender, 1971; Renard ve diğ., 1976), manganerin katılaşmamış çökellerde yukarıya doğru hareket ettiğini ileri sürmüşlerdir; yani solid oksitlerdeki Mn⁺⁴ ana kayada, alçak Eh koşullarında Mn⁺² ye indirgenmekte ve Mn⁺² iyonları üstte, oksitlenip çökecekleri daha yüksek Eh alanlarına doğru yayılmaktadırlar. Bununla beraber demir, çökellerde sabit durumdadır ve hareketli bir iyon değildir (Cheney ve Vredenburg, 1968). Demir ve manganerin jeokimyasal durumları aynı zamanda Mn-O₂-H₂O ve Fe-O₂-H₂O sistemlerindeki duraylılık ilişkileriyle de desteklenmektedir (Krauskopf, 1957; Crerar ve Barnes, 1974; Glasby, 1974).

Usui (1978) çalışmasında, 10 Å Manganit fazının çok az oranda Si ve Fe içerdiğini ve daha çok yumruların katılaşmamış çökelle ilişkisi olan alt yüzeylerinde yoğunlaştığını açığa çıkarmıştır. Bu sonuç, 10 Å Manganit oluşumunun deniz altı çökellerinde hareket etmesiyle ilgili olduğu kuramıyla çelişmemektedir. Bunlara ve denizaltı çökellerinin önceki jeokimyasal analizlerine dayanılarak iki temel fazın oluşumuna ilişkin bir model öne sürülmüştür. Diyajenetik işlemlerle ana kayadan kaynaklanan manganer, nikel, bakır ve diğer +2 değerli metal iyonlarıyla birlikte 10 Å manganit olarak çökler. Yüzeysel çökeller içinde çökelen manganer oksitleri, çekirdeği daha eski bir yumru ki-

TABLO — II Manganez Yumrularındaki İki Temel Fazın Özellikleri (Usi, 1978)

Özellikler	10Å Manganit Fazı	8-MnO ₂ Fazı
Optik özellikler (Maden mikroskopuyla)	açık gri yüksek kuvvetli yüksek (52-112, ort : 82) yok	koyu gri alçak yok düşük (10-24, ort : 17) yok
Bulunduğu şekil	Derin deniz manganез yumrusu, Sığ su manganез yumrusu,	Derin deniz manganез yumrusu, Topografik yükseltilerdeki kayaların kaplanması.
Doku	Uyumlu ince tabakalar, Yosunumsu (karnababhar yaprağı), ağ örtüsü şeklinde, çatlak dolgusu, kırmırlı çimentosu, masif toprak.	stratifikasyon
Kimya	Mn yönünden zengin Mn : % 30 - 50 (ağırlık) Fe : % 0 - 2 Ni : % 1 - 3 Cu : % 1 - 2 Co : % 0 - 0.4 Si : % 0 - 1	Mn, Fe, Si yönünden zengin Mn : % 10 - 30 (ağırlık) Fe : % 11 - 18 Ni : % 0 - 0.8 Cu : % 0 - 0.8 Co : % 0.3 - 0.6 Si : % 1 - 8
Mineraloji	Monomineralik (10Å Manganit)	Bazı minerallerin karışımı örneğin, —MnO ₂ (iki çizgi formu), amorf Fe- hidroksit ve kırmırlar; kuvars, plajli- yoklas, zeolit ve kil mineralleri gibi.

rintısından oluşan A tipi yumruların taban çökeliyle dokanağı olan alt yüzeylerinde ve gömülü olan, küçük bir çekirdek ve konsantrik halkalardan oluşan B yumrularının bütün yüzeylerinde dendrit veya karnabahar şeklinde irasal (karakteristik) bir büyüme gösterirler. Bakır, nikel ve çökel içindeki sulardan kaynaklanan diğer 2 değerli metaller kristalen 10 Å manganitin oluşumu için temel elementlerdir ve bu metal iyonları, mineralin yığılmasından sonra bakır ve nikel iyonlarıyla yer değiştirme sürer (Usui 1978, kişisel görüşme). Önerilen model, bölgesel ölçekte 10 Å manganit oluşumunu ve yumruların iç ve dış yapısını açıklar.

δ -MnO₂ fazı genellikle deniz suyu ve katı cisimler arasındaki ara yüzeylerde, derin deniz manganiz yumruları üzerinde katmanlar oluşturarak ve deniz altı tepelerinde manganiz kabukları halinde bulunur (A. Mizuno, 1978 kişisel görüşme). Bu faz kırıntılardan kaynaklanan önemli oranda Fe ve Si ve bu arada kimyasal bileşimde önemli farklılıklar içerir. Bu ögeler, δ -MnO₂ fazı oluşmasının derin denizdeki çökelleme işlemleriyle ilişkili olduğunu gösterir. δ -MnO₂ fazının, kimyasal bileşimi belirgin farklılıklar gösteren heterojen karışımların oluşması sonucu, deniz suyu ve karasal kökenli kırıntı minerallerinden manganiz ve demir hidroksitleri kolloid parçacıklarının çökelerek yığılmasıyla meydana geldiği anlaşılmıştır. Bu mekanizma, jeolojik zaman boyunca manganiz hidroksit parçacıklarının deniz tabanına yağışıyla desteklenmektedir (Bender ve diğ., 1966 ve 1970).

Her ne kadar δ -MnO₂ fazında Mi ve Cu gibi minör metal elementlerinin birikimi için uygun bir model bulunmuş değilse de bu minör elementlerin yüzey adsorbsiyonunun deniz suyunda yer aldığı düşünülmektedir. Bununla beraber metal element adsorbsiyonu, yukarıda da söylendiği gibi 10 Å manganit durumunda bu kadar önemli değildir.

Yumruların iç ve dış yapılarının mikroskopik gözlemlerine dayanılarak, gelişmeleri hakkında önemli açıklıklar getirilmiştir. İki temel fazın eldeki oluşum modeline dayanarak, yumruların karakteristik iç yapıları jeolojik ortamla ilişkili olarak yorumlanmıştır. Yumrular içindeki her ince halka, yumrunun en üst düzeyi olduğu zamanki oluşum koşulları ve çökelleme ilişkisiyi yansıtmaktadır.

Bu nedenle, model uygulanırsa yumrudaki her ince halka için asimetri ve süreksizliğin kaynaklandığı etkenler kesin olarak bilinmemekle beraber, yumruların arada sırada deniz tabanında devrilmeleri ve/veya dönmeleri olasılığını ortaya çıkarır (Mero, 1935; Glasby ve Singleton, 1975; Menard, 1976). Yumru hareketlerine ait bir açıklık, düzensiz bir çekirdeği olan büyük A tipi yumrulara kolayca gözlenebilirken, küresel ve küçük B tiplerinde enderdir. B tipi yumrulardaki bir çok halka 10 Å manganit bileşimindedir. Bu model uygulandığında B tipi yumruların hareket etmeden oluştukları ve yumuşak çökel içerisine gömüldükleri söylenebilir.

B tipi yumruların genellikle kuvaterner silisli killerden oluşan yüzey çökelleriyle birlikte bulunduğunu gözönüne alarak (Arita, 1977), bu yumrulara büyüme hızının derin deniz manganiz yumruları ortalamasının üstünde olduğu anlaşılmıştır (Ku ve Broecker, 1969). Çünkü 10 Å manganit yönünden zengin B tipi yumruların çökel içinde epijenetik olarak geliştiği varsayılmaktadır. Ayrıca eğer A tipi yumruların hem 10 Å manganit, hem de δ -MnO₂ fazlarını içeren çevresindeki 2-5 mm lik kalın düzeyler, 10 Å manganitten oluşan B tipi yumruların ince düzeyleriyle eş zamanda oluşmuşlarsa, A tipi yumruların kırıntılı çekirdeği oluşturan bölümlerin daha eski olacağı açıktır. Buna ek olarak A tipi yumruların içindeki kırıntılı eski yumruların, mineralojileri, oluşumları ve yapıları oldukça değişik olacağından, çevredeki 2-5 mm lik düzeylerden ve B tipi yumrulara daha farklı olacağı söylenebilir. Bu yumruların oluşum döneminin detaylı bir incelemesi, bölgenin jeolojik tarihi tam olarak çıkartılmadığı için henüz olanak dışıdır. İç yapı, mineraloji, jeokimya ve ilişkide oldukları çökeltilerin çalışılması ise manganiz yumrularının kökeni ve büyüme evreleri için gereklidir.

YARARLANILAN BELGELER

- Arita, M., 1977, Bottom Sediments: Cruise Report (Geological Survey of Japan), 8,94-117.
- Barnes, S.S., 1957, Minor element composition of ferromanganese nodules: Science, 1957, 83-85.
- Bender, M.L., 1971, Does upward diffusion supply the excess manganese in pelagic sediments? : J. Geophys. Res. 76, 4212-4215.
- Bender, M.L., Ku, L. ve Broecker, W.S., 1966, Manganese Nodules: Their evolution: Science, 151, 325-328.
- Bender, M.L., Ku, L. ve Broecker, W.S., 1970 Accumulation rates of manganese in pelagic sediment and nodules: Earth Planet. Sci. Lett., 8, 143-148.
- Cheney, E.S. ve Vredenburg, L.D., 1968, The role of iron sulfides in the diagenetic formation of iron poor manganese nodules: J. Sediment. Petrol., 38, 1963-1965.
- Crerar, D.A. ve Barnes, H.K., 1974, Deposition of deep sea manganese nodules: Geochim. Cosmochim. Acta, 38, 279-300.
- Cronan, D.S., 1975, Manganese nodules and other ferromanganese oxide deposits from the Atlantic Ocean: J. Geophys. Res. 80, 3831-3837.
- Cronan, D.S. ve Tooms, J.S., 1969, The geochemistry of manganese nodules and associated pelagic deposits from the Pacific and Indian Ocean: Deep Sea Res., 16, 335-359.
- Fakioglu, M. ve Yuasa, M., 1979, Mineralogy of manganese nodules: Geol. Surv. of Japan, Cruise Report (Editor, T. Moritani), baskıda.
- Glasby, G.P., 1974, Mechanism of incorporation of manganese and associated elements in marine manganese nodules: Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev. 12, 11-40.
- Glasby, G.P. ve Singleton, R.J., 1975, Underwater photographs of manganese nodules from the southwestern Pacific: N.Z.J. Geol. Geophys., 18, 597-604.

Inoue, E., 1975, Note on the new geological research vessel «Hakurei-maru»: Geol. Surv. of Japan, Cruise Report, 3.3-5.

Krauskopf, K.B., 1957, Separation of manganese from iron in sedimentary processes: Geochim. Cosmochim. Acta, 12, 61-84.

Ku, T.L. ve Broecker, W.S., 1969, Radiochemical studies on manganese of deep sea origin: Deep Sea Res., 16, 625-637.

Li, Y.H., Bischoff, J. ve Mathieu, G., 1969, The migration of manganese in the Arctic basin sediment: Earth. Planet. Sci. Lett., 7, 265-270.

Lynn, D.C. ve Bonatti, E., 1965, Mobility of manganese in diagenesis of deep sea sediments: Mar. Geol. 3, 457-474.

Menard, H.W., 1976, Time, chance and the origin of manganese nodules: Amer. Sci., 64, 519-529.

Mero, J.L., 1965, The Mineral Resources of the Sea: Elsevier, Amsterdam.

Nohara, M., 1977, Mineralogy of manganese nodules: Geol. Surv. of Japan, Cruise Report, 8, 159-161.

Presley, B.J., Brookes, R.R. ve Kaplan, I.R., 1967, Manganese and related sediments in the interstitial water of marine sediments: Science, 158, 906-910.

Presley, B.J., Goldhaft, M.B. ve Kaplan, I.R., 1970, Interstitial water chemistry: Deep Sea Drilling Project, Leg 5, Int. Rept. DSDP, 5, 513-522.

Raab, W., 1972, Physical and chemical features of Pacific deep sea manganese nodules and their implication to the genesis of nodules: Ferromanganese Deposits of the Ocean Floor (Editor: D.R. Horn), NSF, IODE, Washington, D.C., 31-49.

Renard, D., Michard, G. ve Hoffert, M., 1976, Comportment geochemique du nickel et du cobalt a l'interface eau-sediment. Application a l'enrichissement en ces elements dans les formations ferromanganesiferes: Mineral. Deposita, 11, 380-393.

Usui, A., 1978, Minerals, metal contents, and mechanism of formation of manganese nodules from the Central Pacific Basin: Marine Geology and Oceanography of the Central Pacific Manganese Province (Ed. Piper, D.Z. ve Bischoff, J.L., USGS).

Yeni bir jeolojik araştırma gemisi «Hakurei-maru» hakkında bir not: Jeolojik Araştırma Raporu, 3.3-5.

Krauskopf, K.B., 1957, Mangan demir ayrıştırma süreçleri: Geokimya ve Kosmik Kimya, 12, 61-84.

Ku, T.L. ve Broecker, W.S., 1969, Derin deniz manganinin kökeni üzerine radyo kimyasal araştırmalar: Derin Deniz Araştırmaları, 16, 625-637.

Li, Y.H., Bischoff, J. ve Mathieu, G., 1969, Arktik havza çamurunda manganinin göçü: Dünya ve Gezegen Bilimleri, 7, 265-270.

Lynn, D.C. ve Bonatti, E., 1965, Derin deniz çamurunda manganinin diagenetik hareketi: Deniz Geolojisi, 3, 457-474.

Menard, H.W., 1976, Zaman, şans ve mangan nodulelerinin kökeni: Amerikan Bilimi, 64, 519-529.

Mero, J.L., 1965, Denizin Mineral Kaynakları: Elsevier, Amsterdam.

Nohara, M., 1977, Mangan nodulelerinin mineralojisi: Jeolojik Araştırma Raporu, 8, 159-161.

Presley, B.J., Brookes, R.R. ve Kaplan, I.R., 1967, Deniz çamurundaki mangan ve ilişkili çamurların jeolojisi: Bilim, 158, 906-910.

Presley, B.J., Goldhaft, M.B. ve Kaplan, I.R., 1970, Aralardaki su kimyası: Derin Deniz Keşif Projesi, Leg 5, Uluslararası Derin Deniz Keşif Projesi Raporu, 5, 513-522.

Raab, W., 1972, Pasifik derin deniz mangan nodulelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bunların nodule oluşumuna ilişkin sonuçları: Okyanus Dibi Mangan Yatakları (Düzenleyen: D.R. Horn), NSF, IODE, Washington, D.C., 31-49.

Renard, D., Michard, G. ve Hoffert, M., 1976, Nikel ve kobaltın su-sediment arayüzünde kimyasal davranışları. Bu elementlerin zenginleşmelerine neden olan süreçlerin araştırılması: Mineralojik Yataklar, 11, 380-393.

Usui, A., 1978, Mineraller, metal içeriği ve oluşum mekanizması Pasifik Orta Bölgesi'nden mangan noduleleri: Pasifik Orta Bölgesi Mangan Bölgesi'nin Jeolojisi ve Okyanus Bilimi (Ed. Piper, D.Z. ve Bischoff, J.L., USGS).



Yeni bir jeolojik araştırma gemisi «Hakurei-maru» hakkında bir not: Jeolojik Araştırma Raporu, 3.3-5.

Krauskopf, K.B., 1957, Mangan demir ayrıştırma süreçleri: Geokimya ve Kosmik Kimya, 12, 61-84.

Ku, T.L. ve Broecker, W.S., 1969, Derin deniz manganinin kökeni üzerine radyo kimyasal araştırmalar: Derin Deniz Araştırmaları, 16, 625-637.

Li, Y.H., Bischoff, J. ve Mathieu, G., 1969, Arktik havza çamurunda manganinin göçü: Dünya ve Gezegen Bilimleri, 7, 265-270.

Lynn, D.C. ve Bonatti, E., 1965, Derin deniz çamurunda manganinin diagenetik hareketi: Deniz Geolojisi, 3, 457-474.

Menard, H.W., 1976, Zaman, şans ve mangan nodulelerinin kökeni: Amerikan Bilimi, 64, 519-529.

Mero, J.L., 1965, Denizin Mineral Kaynakları: Elsevier, Amsterdam.

Nohara, M., 1977, Mangan nodulelerinin mineralojisi: Jeolojik Araştırma Raporu, 8, 159-161.

Presley, B.J., Brookes, R.R. ve Kaplan, I.R., 1967, Deniz çamurundaki mangan ve ilişkili çamurların jeolojisi: Bilim, 158, 906-910.

Presley, B.J., Goldhaft, M.B. ve Kaplan, I.R., 1970, Aralardaki su kimyası: Derin Deniz Keşif Projesi, Leg 5, Uluslararası Derin Deniz Keşif Projesi Raporu, 5, 513-522.

Raab, W., 1972, Pasifik derin deniz mangan nodulelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bunların nodule oluşumuna ilişkin sonuçları: Okyanus Dibi Mangan Yatakları (Düzenleyen: D.R. Horn), NSF, IODE, Washington, D.C., 31-49.

Renard, D., Michard, G. ve Hoffert, M., 1976, Nikel ve kobaltın su-sediment arayüzünde kimyasal davranışları. Bu elementlerin zenginleşmelerine neden olan süreçlerin araştırılması: Mineralojik Yataklar, 11, 380-393.

Usui, A., 1978, Mineraller, metal içeriği ve oluşum mekanizması Pasifik Orta Bölgesi'nden mangan noduleleri: Pasifik Orta Bölgesi Mangan Bölgesi'nin Jeolojisi ve Okyanus Bilimi (Ed. Piper, D.Z. ve Bischoff, J.L., USGS).