

Table T3. Age estimates of radiolarian datum events. (See table notes. Continued on next three pages.)

Epoch/ Age (Ma)	Standard tropical zonation	Code number	Event	Age* (Ma)	Reference
Pleistocene	<i>B. invaginata</i>	RN17	FO <i>Buccinosphaera invaginata</i>	0.18	1
	<i>C. tuberosa</i>	RN16	LO <i>Stylatractus universus</i>	0.42	2
	<i>S. universus</i>	RN15	FO <i>Collosphaera tuberosa</i>	0.61	2
	<i>A. ypsilon</i>	RN14	LO <i>Pterocorys campanula</i>	0.80	3
			FO <i>Pterocorys hertwigii</i>	0.75	3
			LO <i>Anthocyrtdium angulare</i>	1.12	2
<i>A. angulare</i>	RN13	FO <i>Lamprocyrtis nigrinia</i>	1.55	3	
		LO <i>Lamprocyrtis heteroporos</i>	1.30	3	
		LO <i>Pterocanium prismatium</i>	1.74	2	
1.81			FO <i>Anthocyrtdium angulare</i>	1.80	3
			LO <i>Theocorythium vetulum</i>	1.40	3
late Pliocene	<i>P. prismatium</i>	RN12	LO <i>Anthocyrtdium jenghisi</i>		
			FO <i>Cycladophora davisiana</i>		
			FO <i>Lamprocyrtis heteroporos</i>		
			FO <i>Theocorythium trachelium trachelium</i>	1.60	3
			LO <i>Stichocorys peregrina</i>	2.74	2
3.58	<i>L. audax</i>	RN1	<i>Didymocyrtis avita</i> → <i>D. tetrathalamus</i>		
			LO <i>Phormostichoartus fistula</i>	3.35	3
			LO <i>Lychnodictyum audax</i>	3.60	3
			LO <i>Phormostichoartus doliolum</i>	3.87	2
			FO <i>Amphirhoplaum ypsilon</i>	4.00	3
early Pliocene	<i>P. doliolum</i>	RN10	<i>Spongaster pentas</i> → <i>S. tetras tetras</i>	4.10	3
			LO <i>Spongaster berminghami</i>	4.70	3
			LO <i>Didymocyrtis penultima</i>	4.19	2
			<i>Didymocyrtis penultima</i> → <i>D. avita</i>		
			FO <i>Pterocanium prismatium</i>	4.90	3
5.33	<i>S. Peregrina</i>	RN9	LO <i>Solenosphaera omnitubus procera</i>	5.30	3
			LO <i>Solenosphaera omnitubus omnitubus</i>	5.30	3
			<i>Spongaster berminghami</i> → <i>S. pentas</i>		
			LO <i>Siphostichartus corona</i>	5.60	3
			FO <i>Pterocorys campanula</i>		
			LO <i>Acrobotrys tritubus</i>	6.00	3
			LO <i>Calocyclella (Calocyclior) caepa</i>	6.20	3
			LO <i>Stichocorys johnsoni</i>	6.60	3
			LO <i>Calocyclella (Calocyclella) cladara</i>		
			<i>Stichocorys delmontensis</i> → <i>S. peregrina</i>	6.71	2
			FO <i>Solenosphaera omnitubus omnitubus</i>	7.30	3
			FO <i>Solenosphaera omnitubus procera</i>	7.30	3
			<i>Didymocyrtis antepenultima</i> → <i>D. penultima</i>		
			LO <i>Diartus hughesi</i>	7.70	2
			late Miocene	<i>D. penultima</i>	RN8
FO <i>Acrobotrys tritubus</i>	7.90	3			
LO <i>Botryostrobus miralestensis</i>	8.20	3			
FO <i>Spongaster berminghami</i>	8.30	3			
<i>Didymocyrtis laticonus</i> → <i>D. antepenultima</i>					
11.19	<i>D. antepenultima</i>	RN7	<i>Diartus petterssoni</i> → <i>D. hughesi</i>	8.77	2
			<i>Lithopera neotera</i> → <i>L. bacca</i>	8.80	3
			LO <i>Stichocorys wolffii</i>	8.80	3
			LO <i>Cyrtocapsella japonica</i>	9.80	3
			LO <i>Lithopera thornburgi</i>		
			LO <i>Cyrtocapsella cornuta</i>	12.10	3
			LO <i>Cyrtocapsella tetrapera</i>	12.10	3
			LO <i>Carpocanopsis cristata</i>	10.60	3
			FO <i>Phormostichoartus doliolum</i>	8.80	3
			LO <i>Dorcadospyrus alata</i>	13.60	3
middle Miocene	<i>D. petterssoni</i>	RN6	LO <i>Liriospyris parkerae</i>		
			FO <i>Cyrtocapsella japonica</i>		
			<i>Calocyclella virginis</i> → <i>C. cladara</i>		
			FO <i>Diartus petterssoni</i>	[11.95]	2
			LO <i>Carpocanopsis bramlettei</i>	14.70	3
			<i>Lithopera renzae</i> → <i>L. neotera</i>	12.10	3
			<i>Didymocyrtis mammiifera</i> → <i>D. laticonus</i>		
			FO <i>Lithopera thornburgi</i>		
			FO <i>Phormostichoartus corbula</i>		
			FO <i>Dictyocoryne ontongensis</i>		
LO <i>Calocyclella costata</i>	15.00	3			
15.00	<i>D. alata</i>	RN5	LO <i>Didymocyrtis tubaria</i>		
			LO <i>Didymocyrtis violina</i>		
			FO <i>Lithopera renzae</i>		

Table T3 (continued).

Epoch/ Age (Ma)	Standard tropical zonation	Code number	Event	Age* (Ma)	Reference
middle Miocene	<i>D. alata</i>	RN5	LO <i>Dorcadospyrus forcipata</i> <i>Dorcadospyrus dentata</i> → <i>D. alata</i>]	15.68	2
16.4	<i>C. Costata</i>	RN4	LO <i>Eucyrtidium diaphanes</i> <i>Liriospyris stauropora</i> → <i>L. parkerae</i> <i>Carpocanopsis favosa</i> LO <i>Didymocyrtis prismatica</i> LO <i>Carpocanopsis cingulata</i>] FO <i>Carpocanopsis cristata</i>] LO <i>Lychnocanoma elongata</i>] FO <i>Calocyclella costata</i>]	17.03	4
	<i>S. wolffii</i>	RN3	FO <i>Didymocyrtis mammifera</i> FO <i>Calocyclella caepa</i> FO <i>Dorcadospyrus dentata</i> FO <i>Liriospyris stauropora</i> LO <i>Dorcadospyrus ateuchus</i>] FO <i>Siphostichartus corona</i>] FO <i>Stichocorys wolffii</i>]	17.92	4
early Miocene	<i>S. delmontensis</i>	RN2	FO <i>Didymocyrtis tubaria</i> FO <i>Didymocyrtis violina</i> FO <i>Stichocorys delmontensis</i> FO <i>Carpocanopsis bramlettei</i>] LO <i>Theocyrtis annosa</i>]	20.53	4
	<i>C. tetrapera</i>	RN1	LO <i>Calocyclella serrata</i> LO <i>Calocyclella robusta</i> FO <i>Carpocanopsis favosa</i> FO <i>Cyrtocapsella cornuta</i> FO <i>Calocyclella serrata</i>] FO <i>Calocyclella virginis</i>] FO <i>Botryostrobos miralestensis</i>] FO <i>Cyrtocapsella tetrapera</i>]	23.62	5
23.80	<i>L. elongata</i>	RP22	LO <i>Artophormis gracilis</i> LO <i>Eucyrtidium diaphanes</i> LO <i>Dorcadospyrus papilio</i> FO <i>Carpocanopsis cingulata</i>] FO <i>Lychnocanoma elongata</i>]	23.94 23.94	6 6
late Oligocene	<i>D. ateuchus</i>	RP21	FO <i>Dorcadospyrus forcipata</i>] LO <i>Lychnocanomma trifolium</i>] FO <i>Calocyclella robusta</i> LO <i>Dorcadospyrus circulus</i> FO <i>Dorcadospyrus papilio</i> LO <i>Lithocyelia angusta</i> <i>Tristylospyris tricerus</i> → <i>D. ateuchus</i>	5 ~28.8	5 7
28.5	<i>T. tuberosa</i>	RP20	FO <i>Theocyrtis annosa</i>] LO <i>Theocyrtis tuberosa</i>] FO <i>Dorcadospyrus circulus</i> LO <i>Lithocyelia crux</i> FO <i>Lychnocanoma trifolium</i> FO <i>Didymocyrtis prismatica</i> LO <i>Dorcadospyrus pseudopapilio</i> <i>Centrobotrys petrushevskayae</i> → <i>C. thermophila</i> FO <i>Lychnodictyum audax</i> <i>Centrobotrys gravida</i> → <i>C. petrushevskayae</i>] FO <i>Dorcadospyrus pseudopapilio</i>] FO <i>Lithocyelia crux</i>] <i>Artophormis barbadensis</i> → <i>A. gracilis</i>] FO <i>Centrobotrys gravida</i> LO <i>Dictyoprora pirum</i>] FO <i>Phormostichoartus fistula</i>] LO <i>Cryptocarpium ornatum</i> LO <i>Dictyoprora mongolfieri</i> LO <i>Lychnocanoma amphitrite</i> <i>Lithocyelia aristotelis</i> → <i>L. angusta</i>]	~32.8	7

Table T3 (continued).

Epoch/ Age (Ma)	Standard tropical zonation	Code number	Event	Age* (Ma)	Reference		
33.7	<i>C. ornatum</i>	RP19	LO <i>Dictyoprora armadillo</i>	~34.9	7		
			LO <i>Lophocyrtis jacchia</i>				
LO <i>Calocyclus turris</i>							
LO <i>Thyrsoyrtis bromia</i>							
LO <i>Thyrsoyrtis rhizonon</i>							
LO <i>Cryptocarpium azyx</i>							
LO <i>Thyrsoyrtis lochites</i>							
LO <i>Calocyclus bandyca</i>							
LO <i>Calocyclus hispida</i>							
LO <i>Lychnocanoma bellum</i>							
LO <i>Podocyrtis papalis</i>							
LO Thyrsoyrtis tetracantha							
late Eocene	<i>C. bandyca</i>	RP18	LO <i>Thyrsoyrtis triacantha</i>	~36.4	7		
			FO <i>Theocyrtis tuberosa</i>				
LO <i>Eusyringium fistuligerum</i>							
LO <i>Podocyrtis goetheana</i>							
FO Calocyclus bandyca							
LO <i>Podocyrtis chalara</i>							
37.0	<i>C. azyx</i>	RP17	FO <i>Lychnocanoma amphitrite</i>			~37.7	7
			<i>Calocyclus hispida</i> → <i>Calocyclus turris</i>				
FO Cryptocarpium azyx							
LO <i>Spongatractus pachystylus</i>							
FO <i>Thyrsoyrtis bromia</i>							
FO <i>Thyrsoyrtis tetracantha</i>							
FO <i>Dictyoprora pirus</i>							
LO <i>Theocotylissa ficus</i>							
LO <i>Sethochytris triconiscus</i>							
FO <i>Dictyoprora armadillo</i>							
FO Podocyrtis goetheana							
middle Eocene	<i>P. goetheana</i>	RP16	LO <i>Podocyrtis trachodes</i>	~38.8	7		
			LO <i>Phormocyrtis striata striata</i>				
FO <i>Tristylopyris triceris</i>							
Podocyrtis mitra → <i>P. chalara</i>							
FO <i>Cryptocarpium ornatum</i>							
LO <i>Podocyrtis ampla</i>							
LO <i>Eusyringium lagena</i>							
FO <i>Artophormis barbadensis</i>							
FO <i>Thyrsoyrtis lochites</i>							
FO <i>Sethochytris triconiscus</i>							
LO <i>Podocyrtis fasciolata</i>							
LO <i>Podocyrtis helenae</i>							
Podocyrtis sinuosa → <i>P. mitra</i>							
<i>P. chalara</i>	RP15	FO <i>Podocyrtis trachodes</i>	~39.5	7			
		LO <i>Podocyrtis dorus</i>					
<i>Eusyringium lagena</i> → <i>E. fistuligerum</i>							
FO <i>Podocyrtis fasciolata</i>							
FO <i>Podocyrtis helenae</i>							
LO <i>Theocotyle venezuelensis</i>							
Podocyrtis phyxis → <i>P. ampla</i>							
FO <i>Eusyringium fistuligerum</i>							
LO <i>Theocotyle nigriniae</i>							
LO <i>Theocotyle conica</i>							
<i>Podocyrtis diamesa</i> → <i>P. phyxis</i>							
LO <i>Theocorys anaclasta</i>							
LO <i>Lamptonium fabaeforme constrictum</i>							
LO <i>Lamptonium fabaeforme chaunothroax</i>							
LO <i>Thyrsoyrtis hirsuta</i>							
LO <i>Thyrsoyrtis robusta</i>							
<i>Thyrsoyrtis tensa</i> → <i>T. triacantha</i>							
FO Eusyringium lagena							
LO <i>Lamptonium fabaeforme fabaeforme</i>							
FO <i>Podocyrtis dorus</i>							
<i>Theocotyle cryptocephala</i> → <i>T. conica</i>							
LO <i>Calocyclus castum</i>							
FO Dictyoprora mongolfieri							
~42.8	<i>P. mitra</i>	RP14	LO <i>Podocyrtis sinuosa</i>	~42.8	7		
			LO <i>Podocyrtis ampla</i>				
LO <i>Eusyringium lagena</i>							
FO <i>Artophormis barbadensis</i>							
FO <i>Thyrsoyrtis lochites</i>							
FO <i>Sethochytris triconiscus</i>							
LO <i>Podocyrtis fasciolata</i>							
LO <i>Podocyrtis helenae</i>							
Podocyrtis sinuosa → <i>P. mitra</i>							
~44.5	<i>P. ampla</i>	RP13	FO <i>Podocyrtis trachodes</i>			~44.5	7
			LO <i>Podocyrtis dorus</i>				
<i>Eusyringium lagena</i> → <i>E. fistuligerum</i>							
FO <i>Podocyrtis fasciolata</i>							
FO <i>Podocyrtis helenae</i>							
LO <i>Theocotyle venezuelensis</i>							
Podocyrtis phyxis → <i>P. ampla</i>							
FO <i>Eusyringium fistuligerum</i>							
LO <i>Theocotyle nigriniae</i>							
LO <i>Theocotyle conica</i>							
<i>Podocyrtis diamesa</i> → <i>P. phyxis</i>							
LO <i>Theocorys anaclasta</i>							
LO <i>Lamptonium fabaeforme constrictum</i>							
LO <i>Lamptonium fabaeforme chaunothroax</i>							
LO <i>Thyrsoyrtis hirsuta</i>							
LO <i>Thyrsoyrtis robusta</i>							
<i>Thyrsoyrtis tensa</i> → <i>T. triacantha</i>							
FO Eusyringium lagena							
LO <i>Lamptonium fabaeforme fabaeforme</i>							
FO <i>Podocyrtis dorus</i>							
<i>Theocotyle cryptocephala</i> → <i>T. conica</i>							
LO <i>Calocyclus castum</i>							
FO Dictyoprora mongolfieri							
~47.5	<i>T. triacantha</i>	RP12	LO <i>Podocyrtis sinuosa</i>	~47.5	7		
			LO <i>Podocyrtis ampla</i>				
LO <i>Eusyringium lagena</i>							
FO <i>Artophormis barbadensis</i>							
FO <i>Thyrsoyrtis lochites</i>							
FO <i>Sethochytris triconiscus</i>							
LO <i>Podocyrtis fasciolata</i>							
LO <i>Podocyrtis helenae</i>							
Podocyrtis sinuosa → <i>P. mitra</i>							
~48.5	<i>D. mongolfieri</i>	RP11	FO <i>Podocyrtis trachodes</i>			~48.5	7
			LO <i>Podocyrtis dorus</i>				
<i>Theocotyle cryptocephala</i> → <i>T. conica</i>							
LO <i>Calocyclus castum</i>							
FO Dictyoprora mongolfieri							

Table T3 (continued).

Epoch/ Age (Ma)	Standard tropical zonation	Code number	Event	Age* (Ma)	Reference
middle Eocene	<i>T. cryptocephala</i>	RP10	<i>Podocyrtis acalles</i> → <i>P. sinuosa</i>	~49.0	7
			FO <i>Thyrsocyrtis robusta</i> FO <i>Theocotyle venezuelensis</i> LO <i>Buryella clinata</i> <i>Theocotyle nigrinia</i> → <i>T. cryptocephala</i>		
49.0					
early Eocene			<i>Spongoatractis bablis</i> → <i>S. pachystylus</i> LO <i>Lamptonium sanfilippoae</i> FO <i>Thyrsocyrtis rhizodon</i> FO <i>Podocyrtis diamesa</i> FO <i>Lamptonium fabaeforme constrictum</i> <i>Phormocyrtis striata exquisita</i> → <i>P. striata striata</i> FO <i>Podocyrtis acalles</i> LO <i>Phormocyrtis cubensis</i> FO <i>Lychnocanoma bellum</i> FO <i>Theocorys anaclasta</i>	~50.3	7
	<i>P. striata striata</i>	RP9			
early Eocene	<i>B. clinata</i>	RP8	LO <i>Pterocodon</i> (?) <i>ampla</i> LO <i>Bekomma bidartensis</i> LO <i>Buryella tetradica</i> LO <i>Thyrsocyrtis tarsipes</i> FO <i>Lithocyrtia ocellus</i> gp. FO <i>Thyrsocyrtis tensa</i> <i>Theocotylissa alpha</i> → <i>T. ficus</i>	~52.85	7
			FO <i>Calocyclus hispida</i> FO <i>Spongoatractis balbis</i> FO <i>Lamptonium sanfilippoae</i> FO <i>Theocotyle nigrinia</i> FO <i>Thyrsocyrtis hirsuta</i> <i>Pterocodon</i> (?) <i>antyclinata</i> → <i>Buryella clinata</i>		
			FO <i>Theocotylissa alpha</i> FO <i>Lamptonium fabaeforme chaunothorax</i> FO <i>Pterocodon</i> (?) <i>anteclinata</i> FO <i>Lophocyrtis jacchia</i> FO <i>Calocyclus castum</i> <i>Lamptonium pennatum</i> → <i>L. fabaeforme fabaeforme</i>	~56.9	7
55.0	<i>B. bidartensis</i>	RP7			
late Paleocene	<i>B. campechensis</i>	RP6	FO <i>Podocyrtis papalis</i> LO <i>Bekomma campechensis</i> FO <i>Bekomma bidartensis</i> FO <i>Phormocyrtis cubensis</i> LO <i>Buryella pentadica</i> FO <i>Pterocodon</i> (?) <i>ampla</i> FO <i>Bekomma campechensis</i>	~60.2	8
		RP5	FO <i>Buryella tetradica</i>	~60.9	9
		RP4	FO <i>Buryella foremanae</i>	~62.8	9
61.0		RP3	FO <i>Stichomitra granulata</i>	~63.9	9
early Paleocene		RP2	FO <i>Amphisphaera kina</i>	~64.6	9
			RP1	FO <i>Amphisphaera aotea</i>	~65.1

Notes: FO = first morphotypic occurrence, LO = last morphotypic occurrence. → = an evolutionary transition. * = Cande and Kent, 1995. The age for the morphotypic first occurrence of *Diartus petterssoni* (base RN7) is a demonstrably diachronous event (Johnson and Nigrini, 1985). Brackets = approximately synchronous events. Bold = taxa that define the base of radiolarian zones. The assigned numerical ages should be used with caution because they are approximations only. For the Paleogene record, a combination of data from Sanfilippo and Nigrini (1995, 1996) and an integrated compilation chart (unpublished) based on published data from DSDP/ODP Legs 1–135 have been used to approximate the ages of zonal boundaries. (It is expected that results from Leg 199 will greatly improve the accuracy of these ages. See the “**Leg 199 Summary**” chapter) References: 1 = Johnson et al., 1989; 2 = Shackleton et al., 1995b; 3 = Lazarus et al., 1995; 4 = Sanfilippo and Nigrini, 1996; 5 = Sanfilippo and Nigrini, 1995; 6 = A. Sanfilippo and C. Nigrini (unpubl. data) (an integrated compilation based on published DSDP/ODP Legs 1–135); 7 = Nishimura, 1992; 8 = Hollis, 1993; 9 = Nigrini and Sanfilippo, 2001. This table is also available in [ASCII](#).