

Table T5. Radiolarian datum events for the Cenozoic. (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	
1.77			LO <i>Pterocanium prismatium</i>	1.74	2
late Pliocene	<i>P. prismatium</i>	RN12	FO <i>Anthocyrtdium angulare</i>	1.80	3
			LO <i>Theocorythium vetulum</i>	1.40	3
			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
			<i>Didymocyrtis avita</i> → <i>D. tetrathalamus</i>		
3.58	<i>L. audax</i>	RN1	LO <i>Phormostichoartus fistula</i>	3.35	3
			LO <i>Lychnodictyum audax</i>	3.60	3
			LO <i>Phormostichoartus doliolum</i>	3.87	2
early Pliocene	<i>P. doliolum</i>	RN10	FO <i>Amphirhoptum ypsilon</i>	4.00	3
			<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>		
5.32	<i>S. peregrina</i>	RN9	FO <i>Pterocanium prismatium</i>	4.90	3
			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			
LO <i>Didymocyrtis antepenultima</i> → <i>D. penultima</i>					
			LO <i>Diartus hughesi</i>	7.70	2
late Miocene	<i>D. penultima</i>	RN8	LO <i>Dictyocoryne ontongensis</i>		
			FO <i>Acrobotrys tritubus</i>		
			LO <i>Botryostrobus miralestensis</i>	7.90	3
			FO <i>Spongaster berminghami</i>	8.20	3
			FO <i>Spongaster berminghami</i>	8.30	3
			<i>Didymocyrtis laticonus</i> → <i>D. antepenultima</i>		
			<i>Diartus petterssoni</i> → <i>D. hughesi</i>	8.77	2
11.19	<i>D. antepenultima</i>	RN7	<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>Dorcadospyris alata</i>	13.60	3
			LO <i>Liriospyris parkerae</i>		
FO <i>Cyrtocapsella japonica</i>					
LO <i>Calocyclella virginis</i> → <i>C. cladara</i>					
			FO <i>Diartus petterssoni</i>	[11.95]	2
middle Miocene	<i>D. petterssoni</i>	RN6	LO <i>Carpocanopsis bramlettei</i>	14.70	3
			<i>Lithopera renzae</i> → <i>L. neotera</i>	12.10	3
			<i>Didymocyrtis mammifera</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
			LO <i>Didymocyrtis tubaria</i>		
			LO <i>Didymocyrtis violina</i>		
			FO <i>Lithopera renzae</i>		

Table T5 (continued).

Epoch/ age (Ma)	Standard tropical zonation	Code number	Event	Age* (Ma)	Reference		
middle Miocene	<i>D. alata</i>	RN5	LO <i>Dorcadospyris forcipata</i> <i>Dorcadospyris 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>Calocycletta costata</i>]	17.03
early Miocene	<i>S. wolfii</i>	RN3	FO <i>Didymocyrtis mammifera</i> FO <i>Calocycletta caepa</i> FO <i>Dorcadospyris dentata</i> FO <i>Liriospyris stauropora</i> LO <i>Dorcadospyris ateuchus</i>] FO <i>Siphostichartus corona</i>] FO <i>Stichocorys wolfii</i>]	17.92	4		
	<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
	23.80	<i>C. tetrapera</i>	RN1				
late Oligocene	<i>L. elongata</i>	RP22	LO <i>Artophormis gracilis</i> FO <i>Eucyrtidium diaphanes</i> LO <i>Dorcadospyris papilio</i> FO <i>Carpocanopsis cingulata</i>] FO <i>Lychnocanoma elongata</i>]	23.94	6		
	28.5	<i>D. ateuchus</i>	RP21			FO <i>Dorcadospyris forcipata</i>] LO <i>Lychnocanomma trifolium</i>] FO <i>Calocycletta robusta</i> LO <i>Dorcadospyris circulus</i> FO <i>Dorcadospyris papilio</i> LO <i>Lithocyelia angusta</i> <i>Tristylospyris tricerus</i> → <i>D. ateuchus</i>]	~28.80
early Oligocene	<i>T. tuberosa</i>	RP20	FO <i>Theocyrtis annosa</i>] LO <i>Theocyrtis tuberosa</i>] FO <i>Dorcadospyris circulus</i> LO <i>Lithocyelia crux</i> FO <i>Lychnocanoma trifolium</i> FO <i>Didymocyrtis prismatica</i> LO <i>Dorcadospyris 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>Dorcadospyris 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>]	~32.80	7		

Table T5 (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>			
			LO <i>Lophocyrtis jacchia</i>			
late Eocene	<i>C. ornatum</i>	RP19	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			~34.90
<i>C. bandyca</i>	RP18	LO <i>Thyrsoyrtis triacantha</i>				
		FO <i>Theocyrtis tuberosa</i>				
		LO <i>Eusyringium fistuligerum</i>				
		LO <i>Podocyrtis goetheana</i>				
			FO Calocyclus bandyca		~36.40	7
37.0	<i>C. azyx</i>	RP17	LO <i>Podocyrtis chalara</i>			
			FO <i>Lychnocanoma amphitrite</i>			
middle Eocene	<i>C. azyx</i>	RP17	Calocyclus <i>hispida</i> → <i>Calocyclus turris</i>			
			FO Cryptocarpium azyx		~37.70	7
			LO <i>Spongoatractus pachystylus</i>			
			FO <i>Thyrsoyrtis bromia</i>			
			FO <i>Thyrsoyrtis tetracantha</i>			
			FO <i>Dictyoprora pirum</i>			
			LO <i>Theocotylissa ficus</i>			
			LO <i>Sethochytris triconiscus</i>			
			FO <i>Dictyoprora armadillo</i>			
			FO Podocyrtis goetheana		~38.80	7
			LO <i>Podocyrtis trachodes</i>			
			LO <i>Phormocyrtis striata striata</i>			
			FO <i>Tristylopyris tricerus</i>			
			FO Podocyrtis mitra → <i>P. chalara</i>		~39.50	7
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>						
FO Podocyrtis sinuosa → <i>P. mitra</i>		~42.80	7			
FO <i>Podocyrtis trachodes</i>						
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>						
FO Podocyrtis phyxis → <i>P. ampla</i>		~44.50	7			
FO <i>Eusyringium fistuligerum</i>						
LO <i>Theocotyle nigrinia</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		~47.50	7			
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		~48.50	7			

Table T5 (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>	~49.00	7
			FO <i>Thyrsocyrtis robusta</i> FO <i>Theocotyle venezuelensis</i> LO <i>Buryella clinata</i> FO <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>	~50.30	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>Lithocyclia ocellus</i> gp. FO <i>Thyrsocyrtis tensa</i> <i>Theocotylissa alpha</i> → <i>T. ficus</i> FO <i>Calocyclus hispida</i> FO <i>Spongoatractus balbis</i> FO <i>Lamptonium sanfilippoae</i> FO <i>Theocotyle nigrinia</i> FO <i>Thyrsocyrtis hirsuta</i> <i>Pterocodon</i> (?) <i>antclinata</i> → <i>Buryella clinata</i>	~52.85	7
			FO <i>Theocotylissa alpha</i> FO <i>Lamptonium fabaeforme chaunothorax</i> FO <i>Pterodocon</i> (?) <i>anteclinata</i> FO <i>Lophocyrtis jacchia</i> FO <i>Calocyclus castum</i> <i>Lamptonium pennatum</i> → <i>L. fabaeforme fabaeforme</i> FO <i>Podocyrtis papalis</i> LO <i>Bekomma campechensis</i> FO <i>Bekomma bidartensis</i>	~56.90	7
55.0	<i>B. bidartensis</i>	RP7			
late Paleocene	<i>B. campechensis</i>	RP6	FO <i>Phormocyrtis cubensis</i> LO <i>Buryella pentadica</i> FO <i>Pterocodon</i> (?) <i>ampla</i> FO <i>Bekomma campechensis</i>	~60.20	8
		RP5	FO <i>Buryella tetradica</i>	~60.90	9
61.0		RP4	FO <i>Buryella foremanae</i>	~62.80	9
early Paleocene		RP3	FO <i>Stichomitra granulata</i>	~63.90	9
		RP2	FO <i>Amphisphaera kina</i>	~64.60	9
		RP1	FO <i>Amphisphaera aotea</i>	~65.10	9

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. References: 1 = Johnson et al. (1989), 2 = Shackleton et al. (1995), 3 = Lazarus et al. (1995), 4 = Sanfilippo and Nigrini (1996), 5 = Sanfilippo and Nigrini (1995), 6 = Sanfilippo and Nigrini (1995) (an integrated compilation based on published DSDP/ODP Legs 1–135), 7 = Nishimura (1992), 8 = Hollis (1993), 9 = Nigrini and Sanfilippo (2001).