

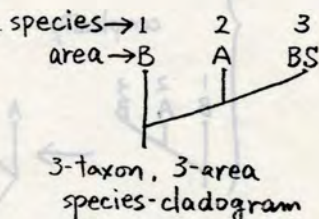
— Widespread Taxa with Redundancy —

1984. 5. 18.

note 15 で扱ったのは、一地域に一種が生息し、ある種は複数の地域にまたがって存在する場合であった。言い換えれば、一地域には複数の種が生息しないケースである。しかし、現実には、ある地域に二種以上の生物がいるのが普通なのだから、その事実から目をそむけるわけにはいかない。note 15 で述べた事例を 'non-redundant' と表現するならば、この note 16 で扱うのは 'redundant' な場合であるといえよう。

< 3-taxon, 3-area case >

いま、3種 1, 2, 3 が 3地域 A, B, S に分布しており、種 3 は地域 B と S に分布する widespread taxon であるとする。このとき、地域 B には種 1 と 3 がいるわけだから、ここで redundancy が生じることになる。



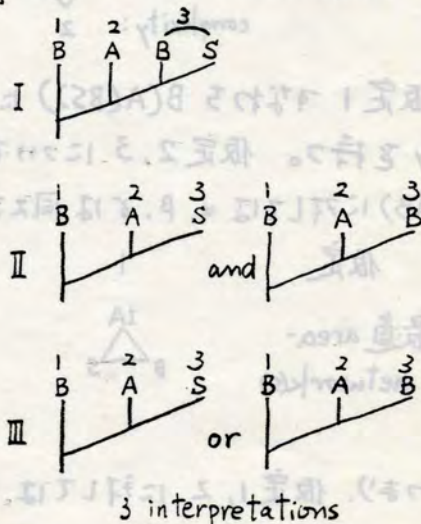
ここで次の三つの解釈が可能になる。

I: 種 3 がいる B, S は sister-areas である。

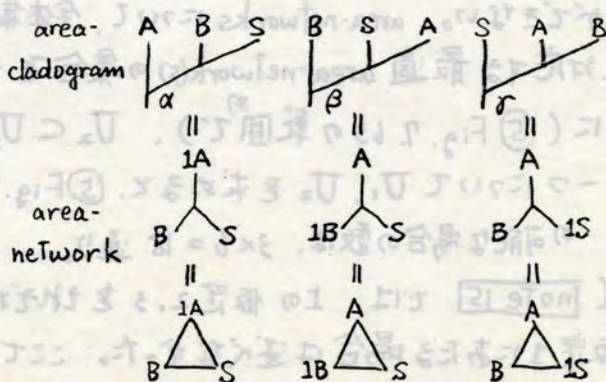
つまり、 $B(A(BS))$ という species-cladogram を意味する (assumption 1)。

II: 種 3 がいる B, S を分けて考えたとき得られる $B(AS)$, $B(AB)$ という species-cladograms について、 $B(AS)$ and $B(AB)$ である (assumption 2)。

III: II と同じく、 $B(AS)$, $B(AB)$ について $B(AS)$ or $B(AB)$ である (assumption 3)。

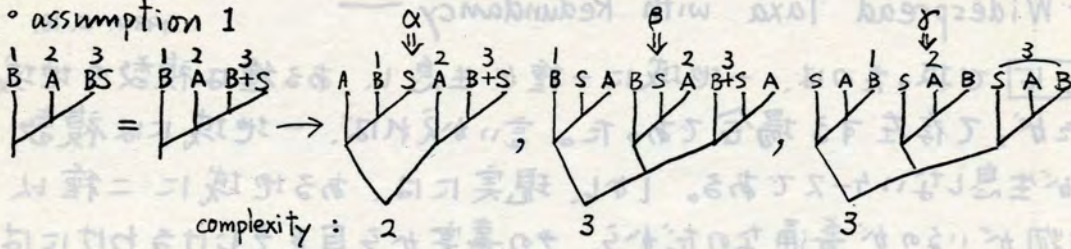


3-area に対する area-cladogram および area-network は右のとおりである。Nelson and Platnick はこの両者を混用しているが、ここでは最下段の network により統一的に表わすことにする。

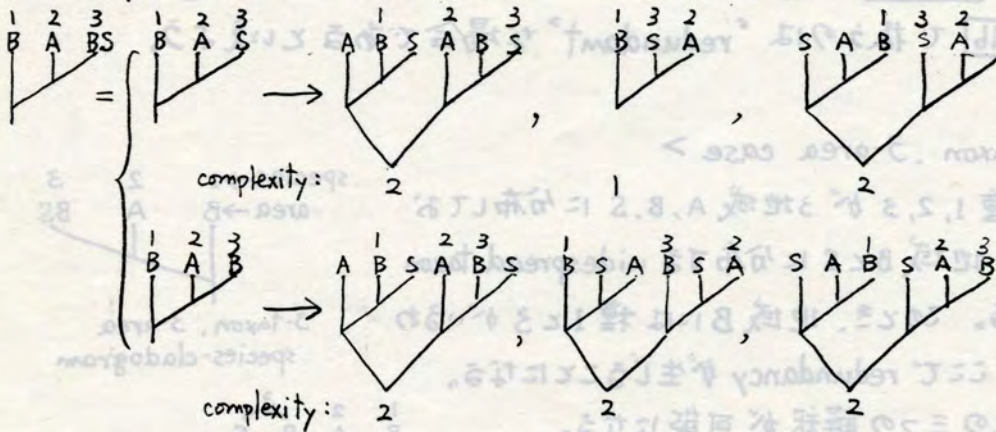


上の3つの仮定について、それぞれはどのような結果をもたらし得ようか？

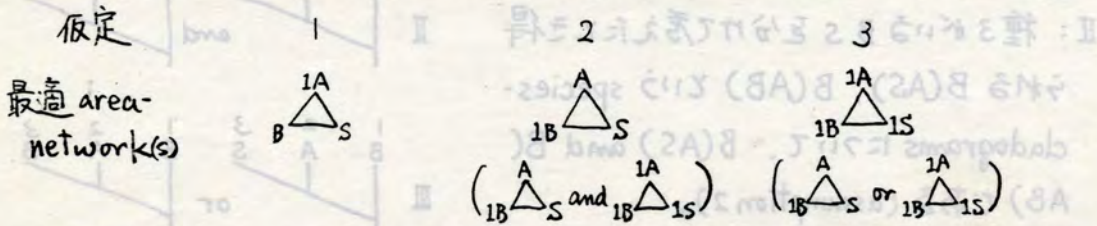
• assumption 1



• assumption 2, 3



仮定1 すなわち $B(A(BS))$ に対しては、area-cladogram α が最小の complexity を持つ。仮定2, 3 について、 $B(AS)$ に対しては β が最小のスコアをもつ。 $B(AB)$ に対しては α, β, γ は同スコアである。これをまとめると、



つまり、仮定1, 2 に対しては、それぞれ一つの最適 area-network が対応するが、仮定3のもとでは、可能な3 area-networks の中からどれか一つを選ぶことができない。area-networks について、全体集合を $U = \{\alpha, \beta, \gamma\}$ とし、仮定1, 2, 3 に対応する最適 area-network(s) の集合をそれぞれ U_1, U_2, U_3 とすると、一般に (⑤ Fig. 7.63 の範囲*)、 $U_2 \subset U_3 = U$ が成り立つ。Fig. 7.63 の一つ一つについて U_1, U_2 を求めると、⑤ Fig. 7.64 が得られる。

*) 可能な場合の数は、 $3 \times 6 = 18$ 通り。

[note 15] では、上の仮定2, 3 をそれぞれ「仮定1」「仮定2」と呼び、上の仮定1にあたる場合は述べなかった。ここでそれと考えてみる。

note 14 ⑦ の 3 つまり $D(C(A+B))$ という species-cladogram に対して.

仮定 1 : $D(C(AB)) \therefore U_1 = \{6\}$

仮定 2 : $D(CA)$ and $D(CB) \therefore U_2 = \{4, 5, 6\}$

仮定 3 : $D(CA)$ or $D(CB) \therefore U_3 = \{3, 4, 5, 6, 12, 14, 15\}$

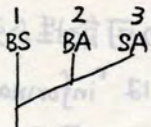
(cf. note 14 ⑥, ⑧, ⑨)

となる。よて、non-redundancy の場合、 $U_1 \subset U_2 \subset U_3$ といふことが一般にいえようである。redundancy の場合、上述のように、これは成り立たない]

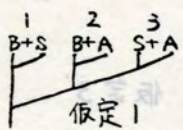
1984. 5. 18.

⑥ Fig. 7.65-66 では、Fig. 7.63 のはじめの 3 つの場合について、実際のスコアリングが、仮定 1, 2 のそれぞれについて、示されている。

⑦ Fig. 7.67 - ⑩ Fig. 7.76 には、widespread taxa の数と widespread の程度を変化させた時に生じるあらゆる場合に対して、仮定 1, 2 のもとでどのような解釈がされるかが示されている。(仮定 3 のもとでは、uninformative な解釈 ($18 \Delta_{15}$) が得られない。) そのうち、あるスコアリングを例示した。

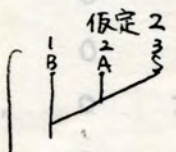
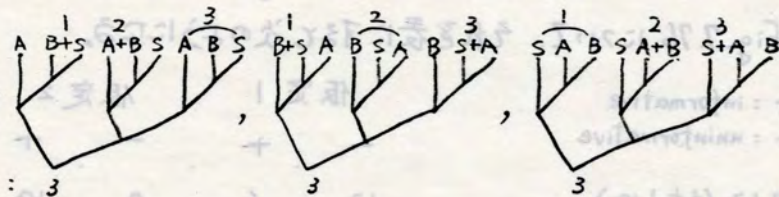


(Fig. 7.70 ①)



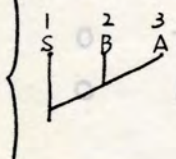
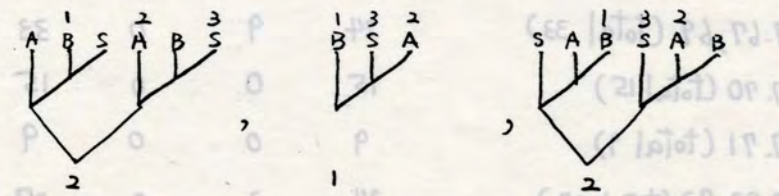
仮定 1

complexity : 3

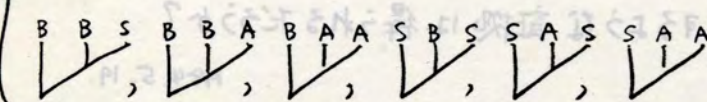
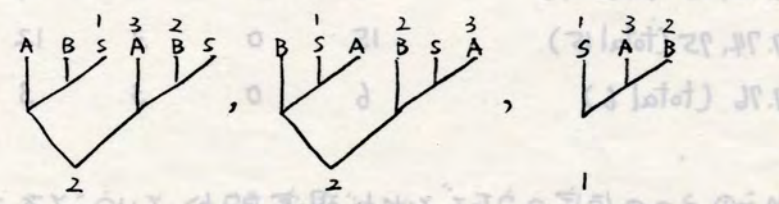


仮定 2

complexity : 2

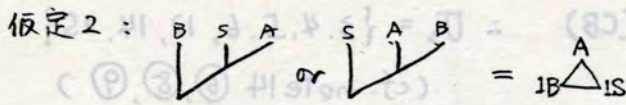
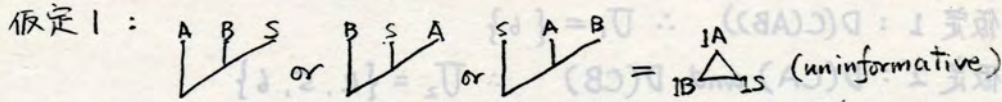


complexity : 2



→ この場合も complexity = 2 となる。

したがって、最適 area-cladogram は、



解釈から逆に見てみると、

仮定 1 : widespread taxon は、それが住む地域の近縁性をあらわすという仮定。

仮定 2 : widespread taxon について、redundant area ^{を含む cladograms} は無視するという仮定 (例えば は と考えるわけである)。

仮定 3 : widespread taxon について、redundant area も含む cladograms もあわせて考慮するという仮定。

データとして与えられたある species-cladogram を、I の 3 つの可能な area-cladograms を用いてできるだけ単純に説明しようとする時、その 3 つの可能性から 1 つあるいは 2 つの最適 area-cladogram(s) が選べたならば、そのデータは 'informative' であるといわれ、選べなかったならば、'uninformative' であるといわれる。⑤ Fig. 7.63 ~ ⑩ Fig. 7.76 について、それを表にするに次のようになる。

	仮定 1		仮定 2		仮定 3	
	-	+	-	+	-	+
Fig. 7.63 (total 18)	12	6	0	18	18	0
Fig. 7.67, 69 (total 33)	24	9	0	33	33	0
Fig. 7.70 (total 15)	15	0	0	15	15	0
Fig. 7.71 (total 9)	9	0	0	9	9	0
Fig. 7.72, 73 (total 27)	24	3	0	27	27	0
Fig. 7.74, 75 (total 15)	15	0	3	12	15	0
Fig. 7.76 (total 6)	6	0	3	3	6	0

これらの 3 つの仮定のうちでどれが現実的か、ということも次に考えなければならぬ。その判定を可能にするような証拠は得られるだろうか？

Fig. 7.65-66

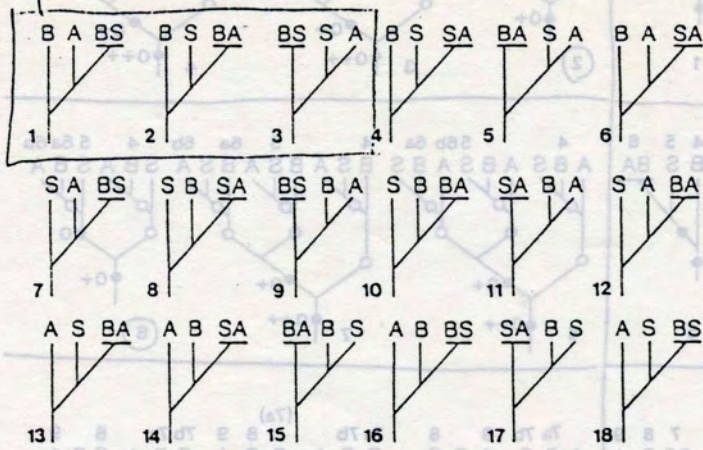


Figure 7.63. The 18 possible species-cladograms for three areas and three taxa, one of which occurs in two areas.

Figure 7.65. Three species-cladograms (1, 2, and 9), each with three interpretations under assumption 1 (2-4, 6-8, and 12). For species-cladograms 1 and 2, one interpretation is economical (2 and 8), and two interpretations are non-economical (3-4; 6-7). For species-cladogram 9, all interpretations are equally economical (10-12).

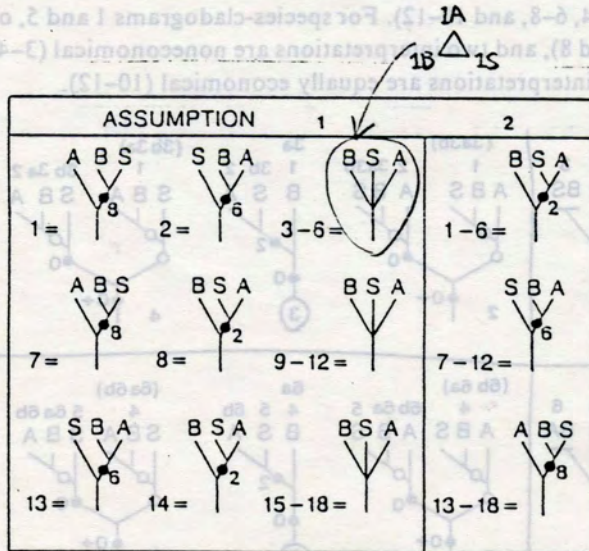


Figure 7.64. Summary of the component-analyses of the 18 species-cladograms of figure 7.63, under assumptions 1 and 2.

Figure 7.66. Three species-cladograms (1, 2, and 9), each with three interpretations under assumption 2 (2-4, 6-8, and 10-12). For each species-cladogram, one interpretation is economical (7, and 11), and two interpretations are non-economical (2 and 4, 6 and 8, and 12).

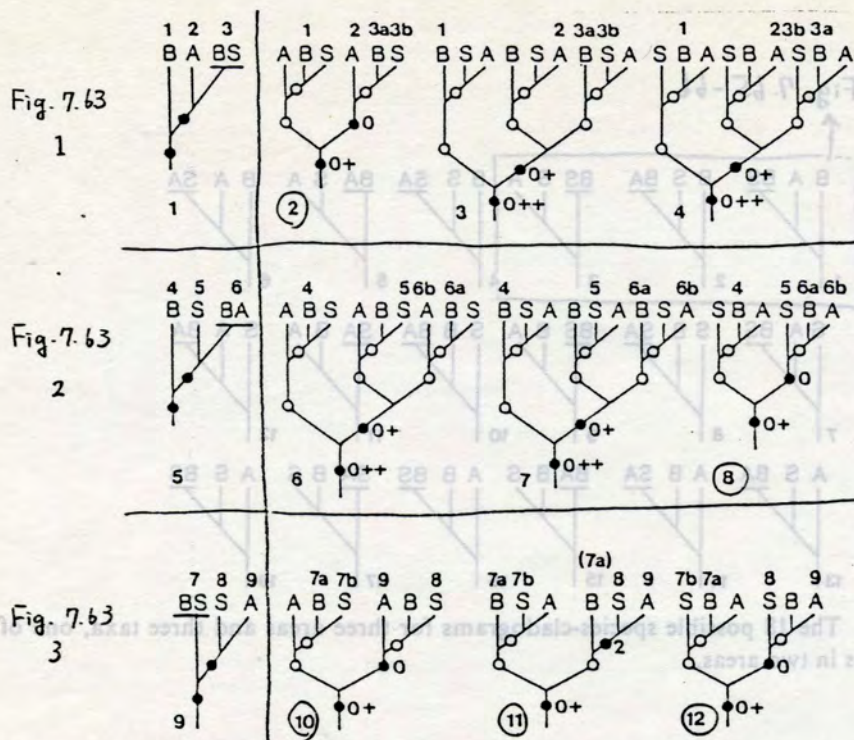


Figure 7.65. Three species-cladograms (1, 5, and 9), each with three interpretations under assumption 1 (2-4, 6-8, and 10-12). For species-cladograms 1 and 5, one interpretation is economical (2 and 8), and two interpretations are noneconomical (3-4; 6-7). For species-cladogram 9, all interpretations are equally economical (10-12).

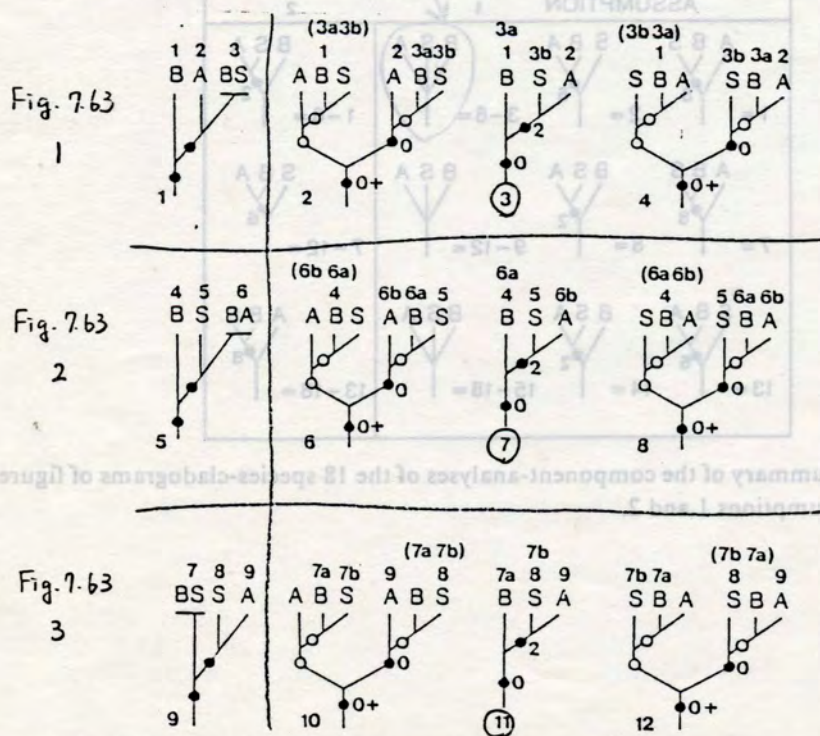


Figure 7.66. Three species-cladograms (1, 5, and 9), each with three interpretations under assumption 2 (2-4, 6-8, and 10-12). For each species-cladogram, one interpretation is economical (3, 7, and 11), and two interpretations are noneconomical (2 and 4, 6 and 8, 10 and 12).

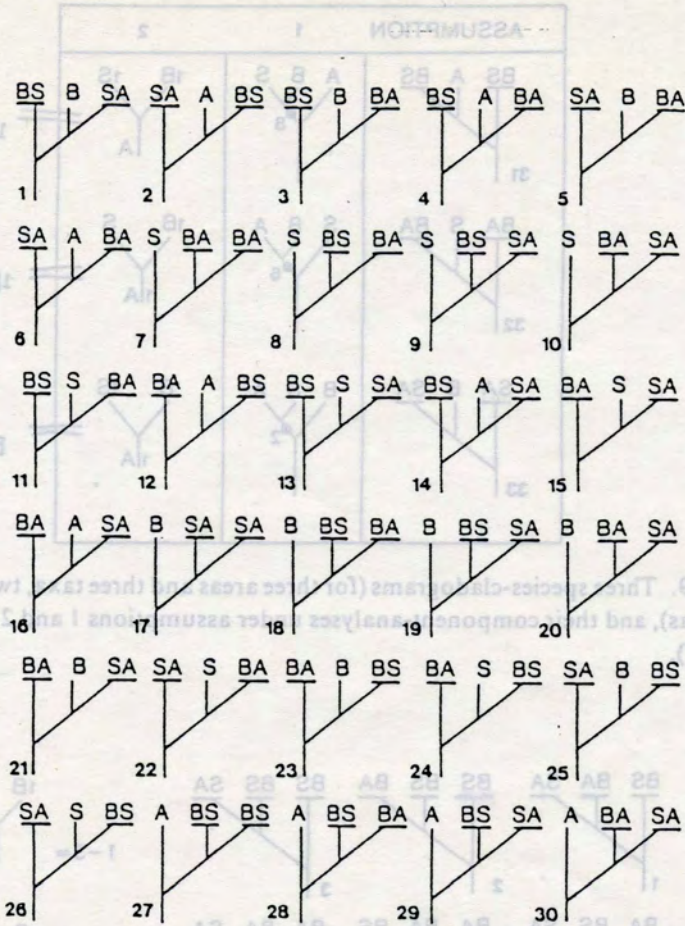


Figure 7.67. Thirty species-cladograms for three areas and three taxa, two of which occur in two areas.

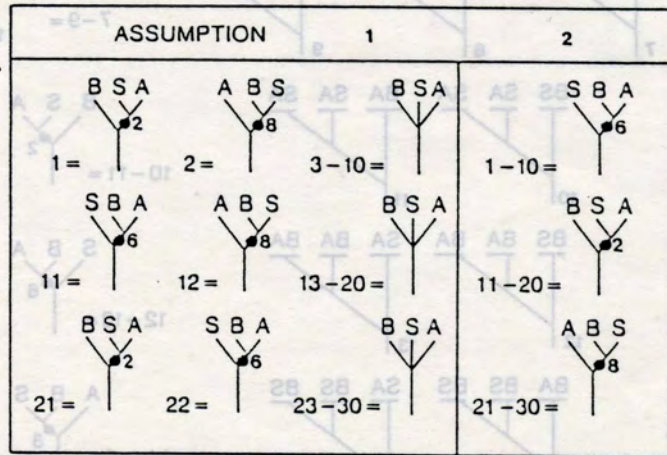


Figure 7.68. Summary of the component-analyses of the 30 species-cladograms of figure 7.67, under assumptions 1 and 2.

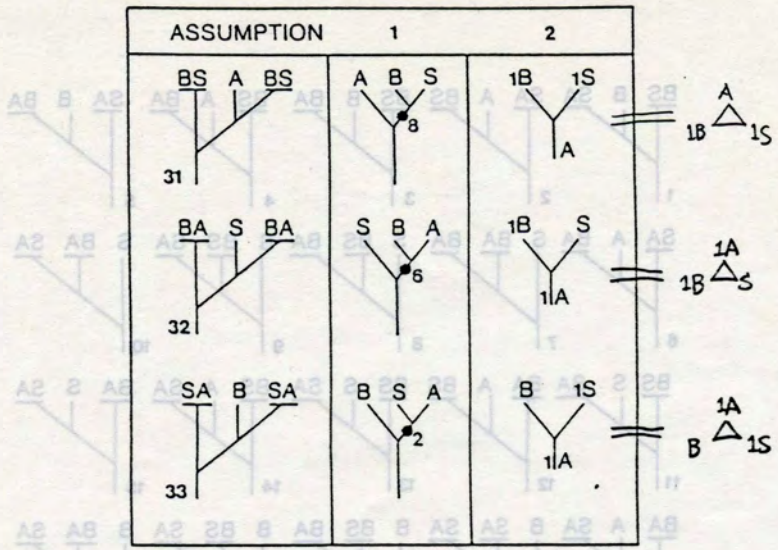


Figure 7.69. Three species-cladograms (for three areas and three taxa, two of which occur in two areas), and their component-analyses under assumptions 1 and 2 (continued from figure 7.67).

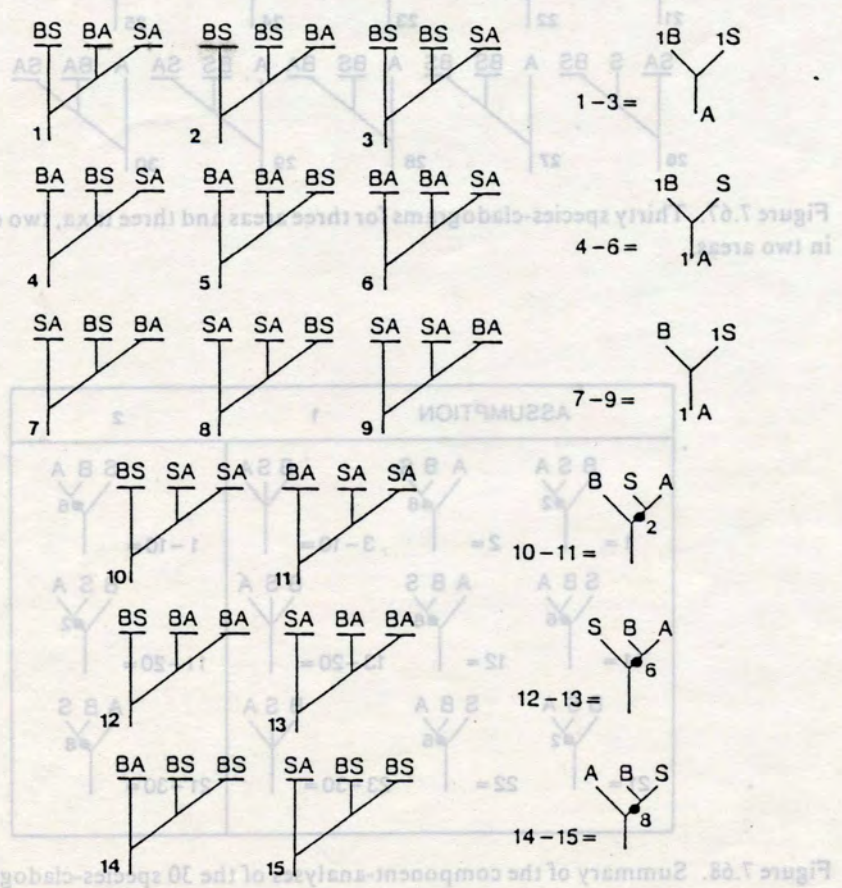


Figure 7.70. Fifteen species-cladograms (for three areas and three taxa, all of which occur in two areas), and their component-analyses under assumption 2. Under assumption 1, all 15 species-cladograms are uninformative.

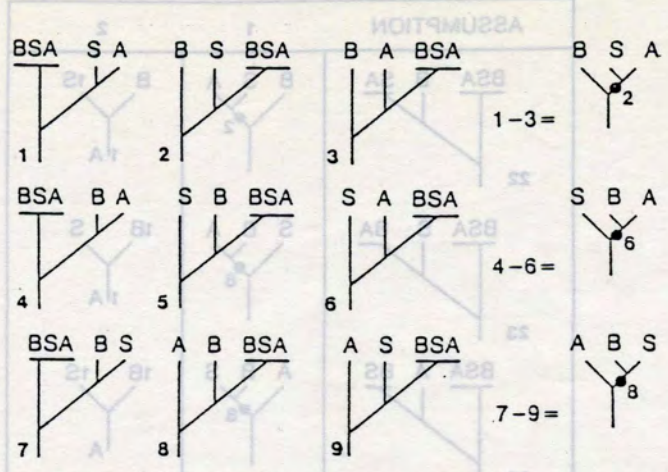


Figure 7.71. Nine species-cladograms (for three areas and three taxa, one of which occurs in three areas), and their component-analyses under assumption 2. Under assumption 1, all 9 species-cladograms are uninformative.

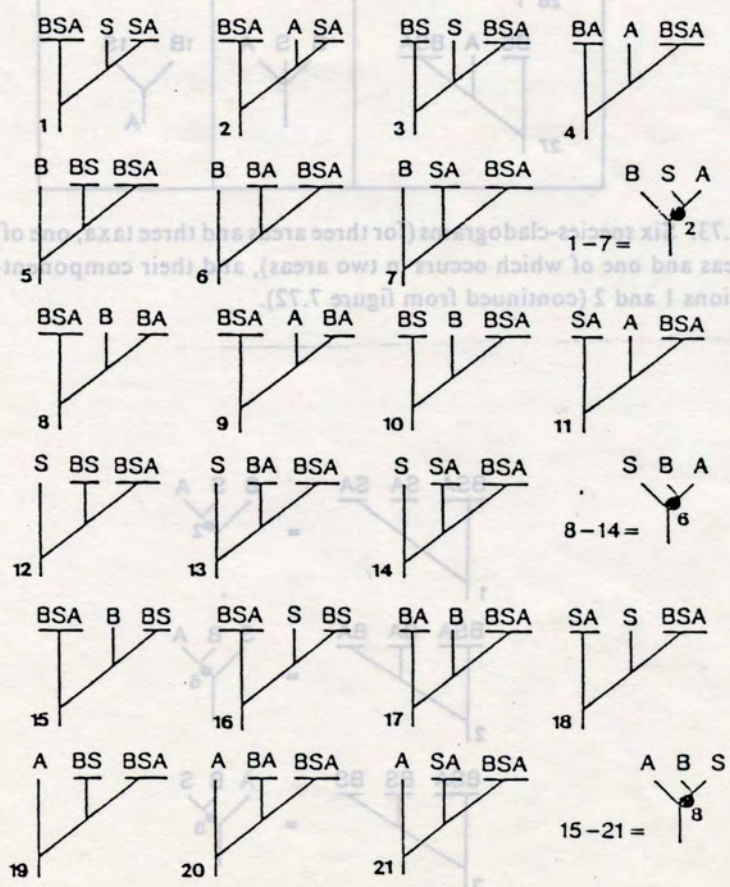


Figure 7.72. Twenty-one species-cladograms (for three areas and three taxa, one of which occurs in three areas and one of which occurs in two areas), and their component-analyses under assumption 2. Under assumption 1, all 21 species-cladograms are uninformative.

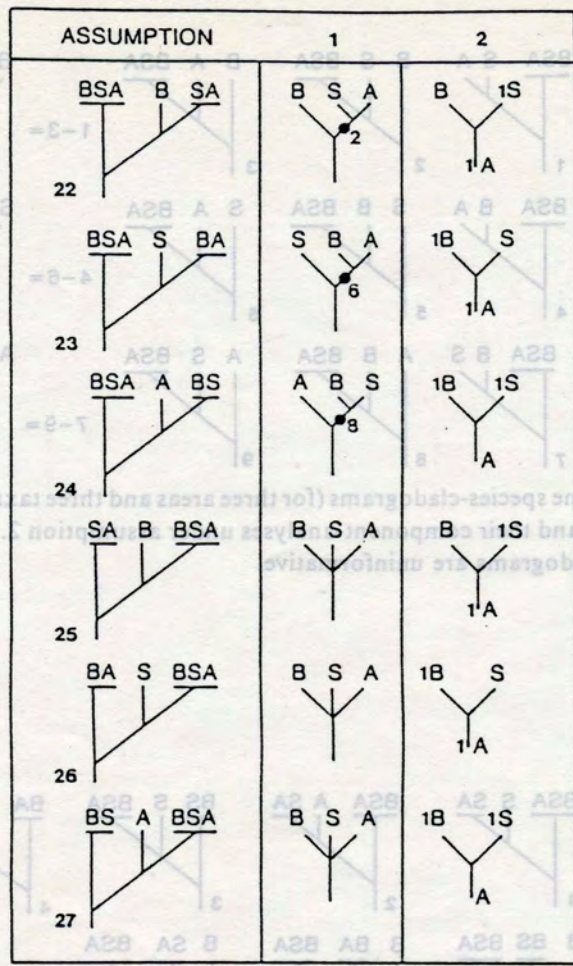


Figure 7.73. Six species-cladograms (for three areas and three taxa, one of which occurs in three areas and one of which occurs in two areas), and their component-analyses under assumptions 1 and 2 (continued from figure 7.72).

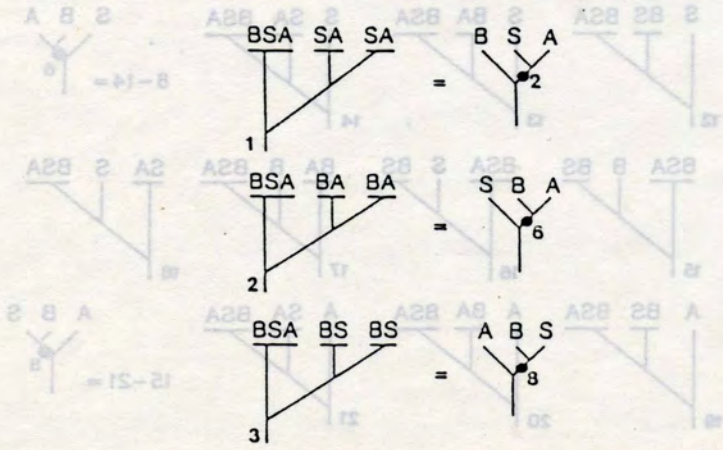


Figure 7.74. Three species-cladograms (for three areas and three taxa, one of which occurs in three areas and two of which occur in two areas), and their component-analyses under assumption 2. Under assumption 1 all three species-cladograms are uninformative.

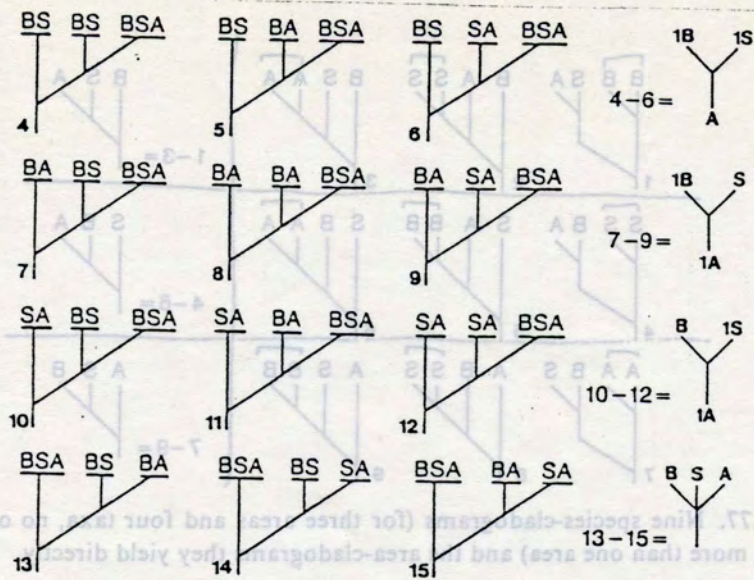


Figure 7.75. Twelve species-cladograms (for three areas and three taxa, one of which occurs in three areas and two of which occur in two areas), and their component-analyses under assumption 2. Under assumption 1, all 12 species-cladograms are uninformative.

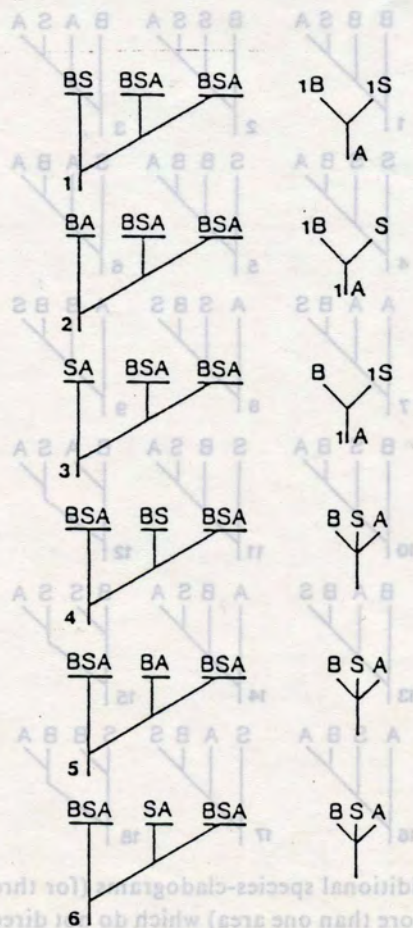


Figure 7.76. Six species-cladograms (for three areas and three taxa, two of which occur in three areas and one of which occurs in two areas), and their component-analyses under assumption 2. Under assumption 1, all six species-cladograms are uninformative.

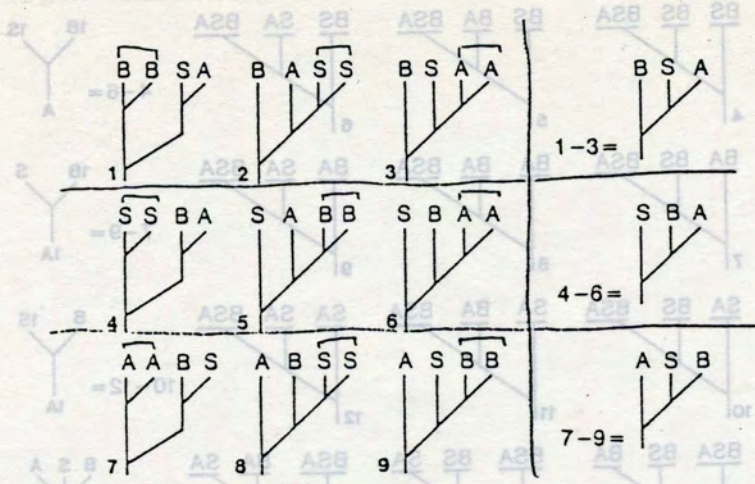


Figure 7.77. Nine species-cladograms (for three areas and four taxa, no one of which occurs in more than one area) and the area-cladograms they yield directly.

Figure 7.78. Six species-cladograms (for three areas and three taxa, one of which occurs in three areas and two of which occur in two areas), and their component-analyses under assumption 2. Under assumption 1, all six species-cladograms are uninformative.

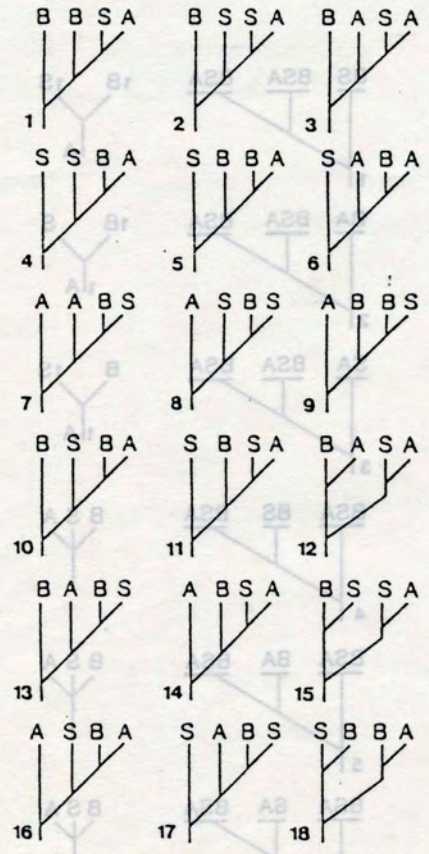


Figure 7.78. Eighteen additional species-cladograms (for three areas and four taxa, no one of which occurs in more than one area) which do not directly yield area-cladograms (continued from figure 7.77).

Figure 7.79. Six species-cladograms (for three areas and three taxa, two of which occur in three areas and one of which occurs in two areas), and their component-analyses under assumption 2. Under assumption 1, all six species-cladograms are uninformative.

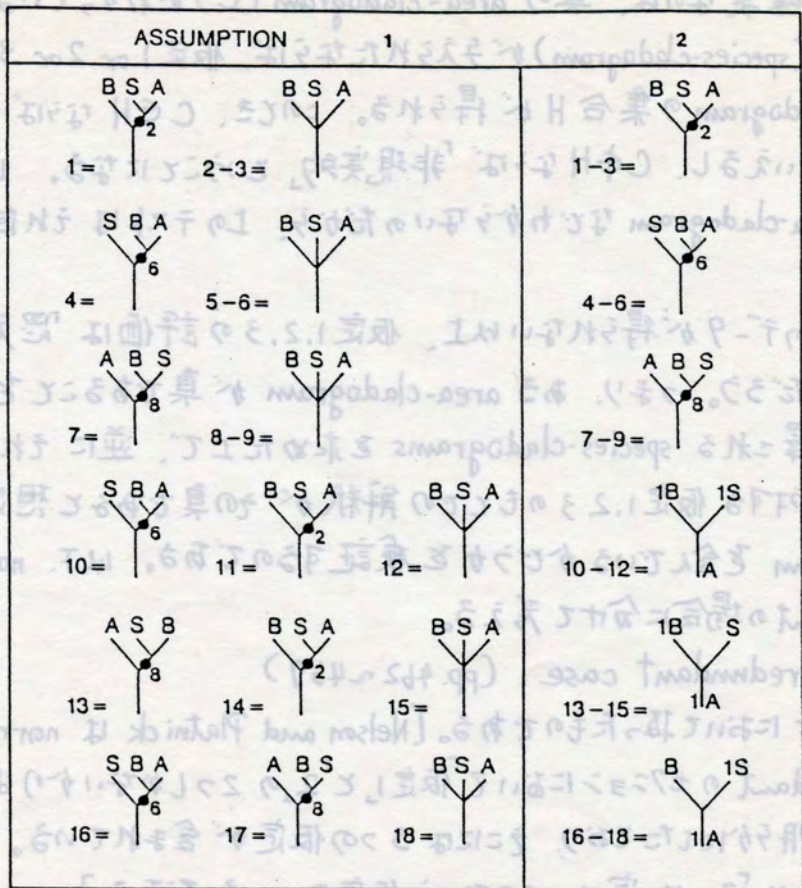


Figure 7.79. Summary of the component-analyses of the 18 species-cladograms of figure 7.78, under assumptions 1 and 2.

コメント : Fig. 7.77 ~ 78 は widespread taxa を全く含んでいないのだから、その場合に ass. 2 などという仮定を置くのは不自然である。特別な理由がないかぎり、それらは ass. 1 のもとで解釈しなければならぬ。そのとき、Fig. 7.77 の全ての場合作って uninformative cladogram ($\begin{matrix} BSA \\ \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \\ \diagup \quad \diagdown \\ 1B \quad 1S \end{matrix} \triangle 1A$) が導かれる。ass. 2 を置かねばならないのは、どういう状況か？ 何らかの理由で、redundant taxa (例 : Fig. 7.77, 1 の B) が「不確定」と見なされるならば、ass. 2 は正当化されるかもしれない。

1984. 5. 20.

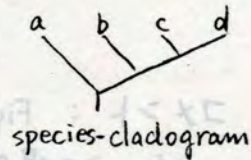
⑩ 一番確実なのは、真の area-cladogram (C) がわかっている時である。あるデータ (species-cladogram) が与えられたならば、仮定 1 or 2 or 3 のもとで、最高 area-cladogram の集合 H が得られる。このとき、 $C \in H$ ならばその仮定は「現実的」といえし、 $C \notin H$ ならば「非現実的」ということになる。しかし、実際には、真の area-cladogram などわからないのだから、上のテストはそれ自体非現実的である。

現実のデータが得られない以上、仮定 1, 2, 3 の評価は「思考実験」に頼るしかないだろう。つまり、ある area-cladogram が真であることを想定し、それから演繹される species-cladograms を求めた上で、逆にこれらの species-cladogram に対する仮定 1, 2, 3 のもとでの解釈がその真であると想定された area-cladogram を含んでいるかどうかを検証するのである。以下、non-redundant と redundant の場合に分けて考える。

1) non-redundant case (pp. 462 ~ 467)

note 15 において扱ったものである。[Nelson and Platnick は non-redundant あるいは redundant のセクションにおいて「仮定 1」と「2」の 2つしかないかのように述べているがすでに明らかにしたとおり、そこには 3つの仮定が含まれている。note 15 での「仮定 1」と「2」は、実は、ここでいう仮定 2 と 3 である]

⑪ Fig. 7.81 を参照。いま 4 areas (A ~ D) が図のような配置になっていたとし、時間とともに、Fig. 7.81 の左上のように分裂したとする。そして、この 4 areas にいたある species がその分裂にしたがって、4 areas に固有の species に種分化したならば、右の species-cladogram が得られるはずである。けれどもこれらの分裂現象 (Fig. 7.81 の ①, ②, ③) のあるものに対して種分化が起こらないことがある。そのとき widespread taxon が生じることになる。すなわち、



• 分裂 ① に対して種分化が起こらなかったとき

分裂 ②, ③ に対して種分化が起こるとして、A の個体群が B, C, D のどれとつながりを保っているかにより、1 行目の 3つの場合がある。

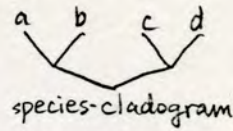
• 分裂 ① では種分化したが ② ではしなかったとき

分裂 ③ で種分化するとして、B の個体群が C, D のどれとつながっているかにより、2 行目の 2つの場合がある。

• 分裂 ①, ② では種分化したが ③ ではしなかったとき。

3行目の1つの場合だけが可能である。

⑰ Fig. 7.82を参照。今度は想定される area-cladogram が上のものとは異なっている。種分化が完全に起こったならば、右図の species-cladogram が得られるはずである。しかし、この場合も、分裂現象に対して種分化が起こらない



いことがある、そのとき widespread taxon が生じる。

- 分裂①で種分化が起こらないとき、
分裂②で種分化すれば、1行目のようになる。
- 分裂②で種分化が起こらないとき、
分裂①で種分化すれば、2行目のようになる。
- 分裂③で種分化が起こらないとき、
• 分裂①、②が同時に起こるとき：Aが、CとDのどちらにつながるかにより、3行目の2つの場合がある。
• ①が②よりも前におこるとき：①に際して、A+BCD または B+ACD が生じる。前者について、BがCとDのどちらにつながるかにより、4行目のはじめの2つの場合がある。後者について、AがCとDのどちらにつながるかにより、4行目のあとの2つの場合がある。
• ②が①よりも前におこるとき：上と同様にして、5行目の4つの場合がある。

note 15 ⑱ Fig. 7.22 にしたがうなら、⑲ Fig. 7.81 については、1, 4, 7, 10, 13, 16 という 3-taxon, 4-area species-cladograms が生じている。同じく、⑰ Fig. 7.82 では、1, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 18 が生じている。仮定1は widespread taxon のいる areas を sister-areas と見なしている。仮定2ではそれぞれ note 15 の⑧ Tab. 7.4 (assumption 1') および⑨ Tab. 7.6 (assumption 2') にまとめられている。

仮定1のもとの最適 area-cladogram は⑲の下にまとめられている。

ある 3-taxon, 4-area species-cladogram が、比較すべき仮定のもとで、真であると想定された area-cladogram を最適と判断している (つまり最適 area-cladograms の集合にそれが含まれている) 時、その species-cladogram を○でマークする。

⑲ Fig. 7.81 (area-cladogram-1 を想定)

1, 4, 7, 10, 13, 16 (species-cladograms)

仮定1						○
仮定2	○		○	○	○	
仮定3	○	○	○	○	○	○

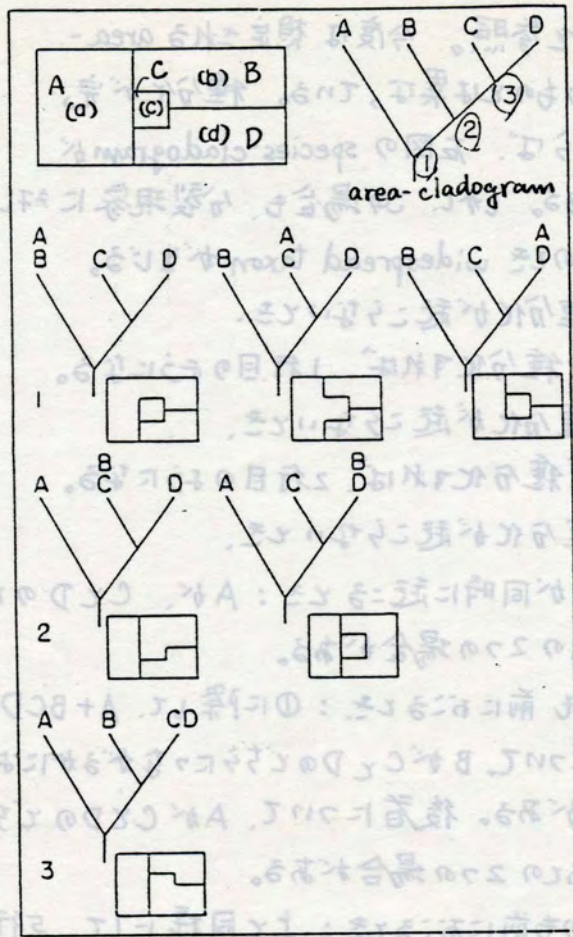


Figure 7.81. Four taxa in four corresponding areas, with interrelationships as in top right area-cladogram and distributions as in top left map. Row 1, possible species-cladograms and area configurations if a group failed to respond to event 1; row 2, possible species-cladograms and area configurations if a group failed to respond to event 2; row 3, possible species-cladogram and area configuration if a group failed to respond to event 3.

area-cladograms	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		

Assumption 1 のもとでの最適 area-cladograms の表 (cf. Fig. 7.21~22)

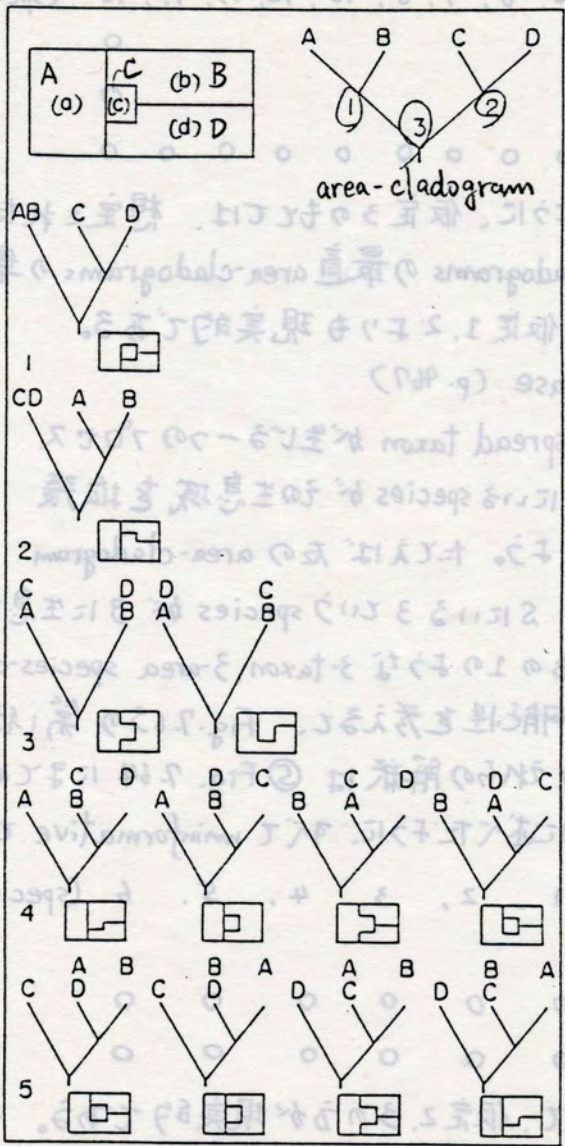


Figure 7.82. Taxa and distributions as in figure 7.81, with interrelationships as in top right area-cladogram. Possible species-cladograms and area configurations as in figure 7.81, with rows 3-5 possible if a group failed to respond to event 3.

T-P-L species-cladogram (informative) > 1 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6 > 7 > 8 > 9 > 10 > 11 > 12 > 13 > 14 > 15 > 16 > 17 > 18 > 19 > 20 > 21 > 22 > 23 > 24 > 25 > 26 > 27 > 28 > 29 > 30 > 31 > 32 > 33 > 34 > 35 > 36 > 37 > 38 > 39 > 40 > 41 > 42 > 43 > 44 > 45 > 46 > 47 > 48 > 49 > 50 > 51 > 52 > 53 > 54 > 55 > 56 > 57 > 58 > 59 > 60 > 61 > 62 > 63 > 64 > 65 > 66 > 67 > 68 > 69 > 70 > 71 > 72 > 73 > 74 > 75 > 76 > 77 > 78 > 79 > 80 > 81 > 82 > 83 > 84 > 85 > 86 > 87 > 88 > 89 > 90 > 91 > 92 > 93 > 94 > 95 > 96 > 97 > 98 > 99 > 100

① Fig. 7.82 (area-cladogram 13 を想定)

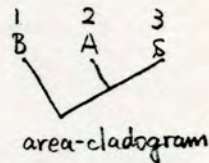
1, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 18 (species-cladograms)

仮定 1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
仮定 2	○										
仮定 3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

以上からわかるように、仮定3のもとでは、想定されたarea-cladogramがすべてのspecies-cladogramsの最適area-cladogramsの集合に含まれている。従って仮定3は、仮定1, 2よりも現実的である。

2) redundant case (p. 467)

redundant widespread taxonが生じる一つのプロセスとして、あるareaにいるspeciesがその生息域を拡張する状況を考えてみよう。たとえば左のarea-cladogram



を想定するとき、Sにいる3というspeciesがBに生息域を拡張させたとき、⑤ Fig. 7.63の1のような3-taxon, 3-area species-cladogramが得られる。その他のすべての可能性を考えると、Fig. 7.63の第1行1~6になる。仮定1, 2のもとでのこれらの解釈は⑤ Fig. 7.64にまとめられている。また仮定3のもとでは、すでに述べたように、すべて uninformative となる。表にすると、

	1	2	3	4	5	6
仮定 1						
仮定 2	○	○	○	○	○	○
仮定 3	○	○	○	○	○	○

仮定1に比べて、仮定2, 3の方が現実的である。もっとも、仮定3のもとでは uninformative な解釈しか得られない(つまり、3つのarea-cladogramsの可能性をすべて許している)のだから、想定されたarea-cladogramを含んでいるとしても何の不思議もない。結局、redundancyの場合、仮定3は何ら主張をしていないのである。しかし、仮定2を用いるためには、それなりの知識(つまり、non-redundant areaに関するspecies-cladogramが真であるらしいという情報)が要求される。

今までの議論から、次のことが明らかになる: widespread taxaは、データとしてのspecies-cladogramの情報性(informativeness)を著しく

(19)

をこなうものである。 endemic taxaのみを含む species-cladogram に対しては、最適 area-cladogram がただ一つ定まる (note 14)。 redundancy が無い場合でも (note 15)、 widespread taxon はかなりのあいまいさをもたらすのである。 またや、 redundancy があつたりすると (note 16)、データとしての価値は、ほとんど無いとさえいえる。 widespread taxon (あるいは redundancy) の影響をいかにして排除するかが今後の課題となる。

1984. 5. 20.