

アリゾナ砂漠植物の調査と初期の生物活性スクリーニング

神奈川大学 理学部 応用生物科学科

釜野徳明・小竹文乃・山下晃太・高野 智・山下顕宏・小峰 啓・吉田基幸・中山朋大・南達信代・日野晶也

緒言

著者の一人、釜野は、1970年から1972年および1978年から1989年の間、米国アリゾナ州、Tempe市に滞在した。その間、折にふれて砂漠に入り、直接 Sonoran Desert の植物を観察し手に触れることができた。この機会に植物を資料に基づき調べ、特に花を咲かせる Shrub, Bush そして Flower 類に興味を持ち、採集を行った。それらは、数10種にもなり、それぞれ少量ずつであったが、標本を作製した。残りをそのままにしておくのは惜しく、幸いにも協力者が得られたので、アリゾナ砂漠植物の抽出物と分配物を調製し、初期の生物スクリーニングを検討することにした。スクリーニングは、ウニ受精卵々割阻害作用と白血病 P388 細胞に対する細胞毒性、並びに抗真菌活性である。その結果、興味ある知見が得られた。

そこで、体験と資料に基づいて調査したアリゾナ砂漠植物、特に採集した植物について要約し、さらに、スクリーニングの結果に対応して活性のある植物の化学成分の調査を行った。また、調査に使用した砂漠植物に関する資料を最後に付した。

I. アリゾナ砂漠の概観

アメリカには、Great Basin, Mojave Desert, Sonoran Desert および Chihuahuan Desert の4種類の砂漠がある。Figure 1 に示すようにすべて西部に限られ、アリゾナ Arizona の砂漠は、Sonoran Desert に属している。この砂漠はカリフォルニア California にもかかっているが、アリゾナの5分の2を包含し、アメリカのborderから伸びて、メキシコ領に入り、特にカリフォルニア半島の両岸を広くカバーしている。砂漠は、例にもれず砂地で暑く、乾燥し、雨量が少ない。然し、Sonoran Desert には、高低があり、オアシスもあり、川が流れ比較的動植物が多い。特に、アリゾナ州は、砂地の下が岩石で雨水が保たれ、Figure 2 に示すように、Colorado River, Gila River, Salt River および Santa Cruz River と川が多い。雨量も年間平均で10cmほどの地域であり、しかもロッキー山脈の裾を形成しているので、草原 (Semidesert Grassland) と灌木 (Chaparral) 地があるのが特徴である。Figure 2 にある Yuma の標高はせいぜい8m、Phoenix は300m、Tucson は680mであり、メキシコborderの Nogales は、1000mである。Tucson には、冬、スキー場となる Mt. Lemon が含んでいる。雨は、秋から冬にかけて多く、春先き急激に気温が上昇し、夏には50°Cぐらいにまで達する。従って冬のはじめから春先きまでが、best seasonである。2~3月は日中も暖かく、夜は冷える

が砂漠の植物も豊富になり、草花も木々も一斉に花を咲かせる。キャンプした時など、ウサギはすぐそこにおり、夕方や朝、小高い丘から下を見渡すと、シカが飛び跳ねているのを見ることができる。しかし、同時にヘビ、サソリ、毒グモがいるので、その対策と武装はかかせない。山登りの時、岩に手をかけようとするときすぐ上にヘビがどくろを巻いている。腰をかける岩石の下は、別の石で良く叩いてサソリがいないかどうかを確かめる必要がある。50cm 大のトカゲの一種 Gila Monster や 20cm 大の鎧で身をかためた Lizard 類にも良く出会う。前を横切る Road runner にも良く会う。この鳥は飛ぶことができず、キジの仲間 *Geococcyx californianus* である。

II. アリゾナ砂漠の植物の概要と採集植物

砂漠の中を良くドライブした。いきつげなくなると車を止めて歩いた。ほとんど一年中、興味から真夏も砂漠へ入った。4月から7月にかけてすさまじい風におそわれ、砂じんを岩陰で避けたこともあった。大学 (Arizona State University) は Tempe にあったので、Phoenix のまわりから、Tucson や Nogales、そして Yuma の方まで足を伸ばした (Figure 2)。かなりの植物を目撃したが、とった写真を見ると興味にまかせてとっているのが良く分かった。

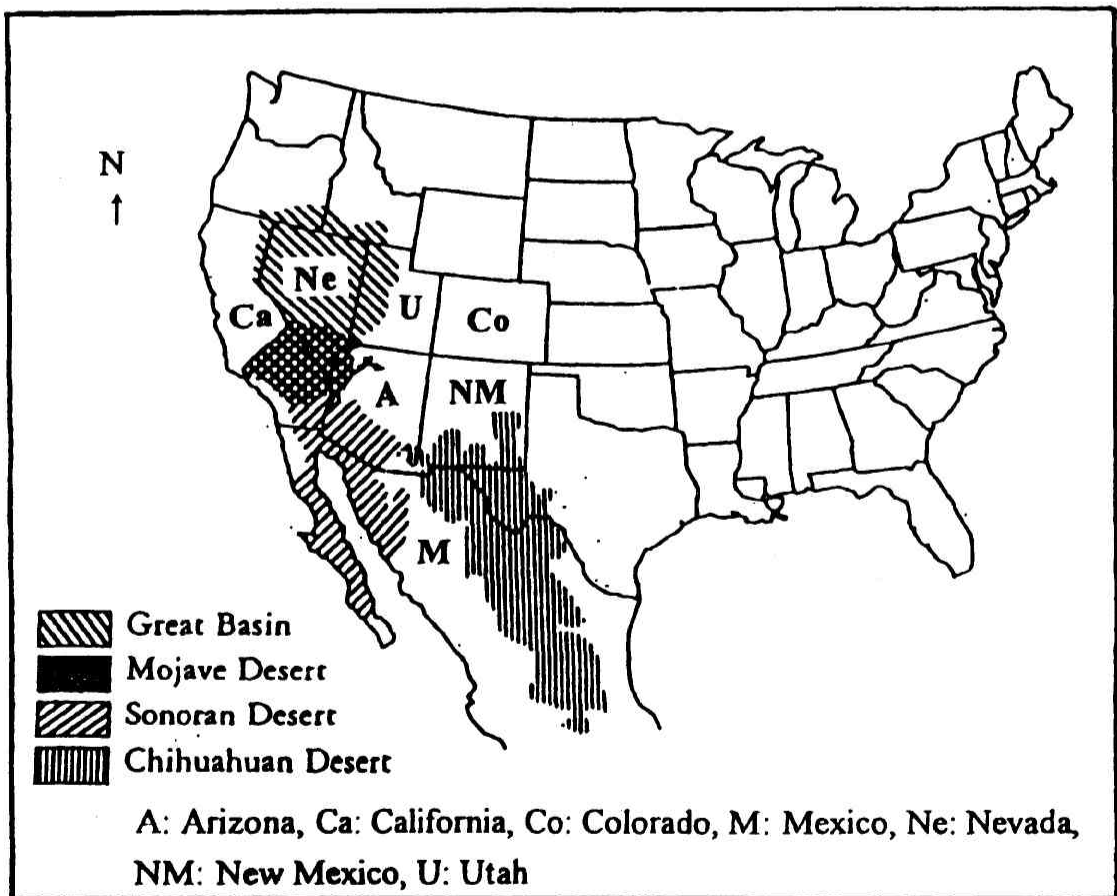


Figure 1 A Map of American Desert

植物は、資料(後述)と不明なものを大学の植物学教室で確かめたり、Desert Botanical Garden (Phoenix)で尋ねた。アリゾナ州の植物は、いろいろな名前(Common name)で呼ばれている。それは、English Nameの中に原住インディアンの名が残り、かつて、アリゾナがメキシコ領であったことから、さらに、Spanish Nameが加わっているからである。ここでは、都合上、植物を普通の慣用名(Common name)で説明し、採集した植物名を太字で記載した。花の咲く wild flower は、約 700 種もあるという。採集した地名は、Figure 2 と Table 1 を参照して載きたい。さらに、Table 1 に採集した植物の学名と実験に供した部分を記載した。

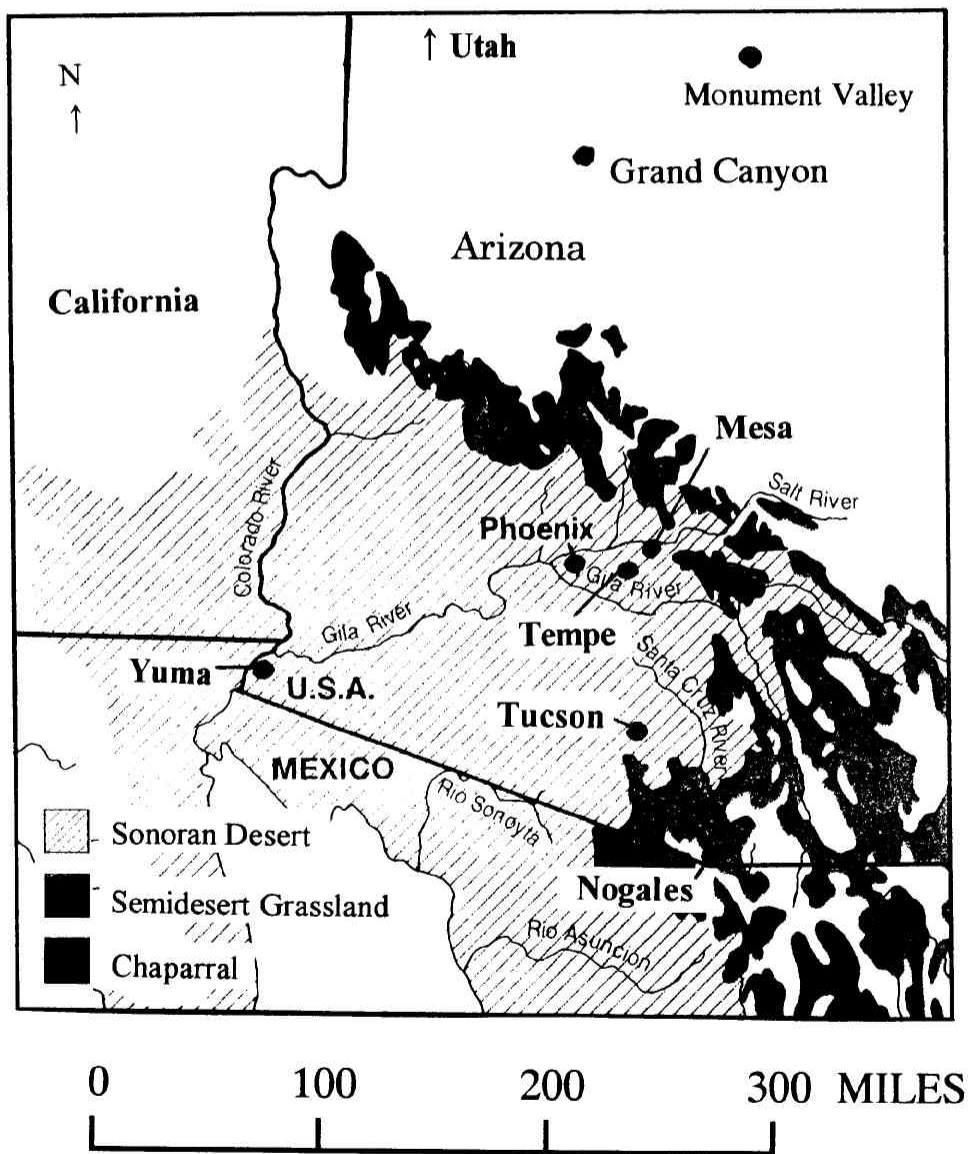


Figure 2 A Map of Sonoran Desert

Sonoran Desert の少し小高い所に立って見渡すと、小さな木々の間に高いサボテン cacti 類が目立つ。その間を縫うようにして、小さな Shrub や Bush が点在しているが、Wild Flower 類は見えない。全体が Grayish Green である。町には、背の高いナツメヤシや他のヤシ類が沢山見られるが、それらは砂漠にはない。木々は、Iron wood, Palo verde, Mesquite および Acacia の類があり、Bush はほとんどが Creosote bush かそれより小さな Brittle-bush 類である。cacti は、種類が多い、直立したのは Saguaro であり、その間に junping cactus と呼ばれている Cholla cactus の類や円形の Pricklypear cactus 類、また根元から八方にヤリのような茎をのぼし、赤い花を付ける Ocotillo が見える。Saguaro は、上に向かって子供の幹をつける。全く一本が直立したものから、3 つも 4 つも幹をつけて立っているものなど様々である。この幹は、体を安定させるためにつけると言われている。春には、この砂漠の植物が一変する。全体が緑になり、今まで見えなかった Yucca や Stol、さらに Agave の類が成長する。Yucca は鈴なりの白い花をつけ、Stol や Agave は長い茎を伸ばして花をつける。各種の Cacti も花を咲かせる。特に 4 月頃連立している直立の Saguaro の上部に菊のような大きな白い花がまるで頭の飾りのように咲く。この花は夜に咲き、日中はしぼんでしまうので新鮮な花は朝のうちに見る必要がある。この頃、丁度 Palo verde が一斉に、黄色い花をつける。桜と同じように花が咲いた後に葉をつけるので、木は黄色一色となる。Phoenix の Papago park と Tucson の Saguaro desert park は Saguaro と Palo verde が乱立しているので、その間をドライブするのは圧感である。

Palo verde の少ない地域では、同じように Mesquite 類や Acacia 類が花をつける。丸い花から房の長い花、色も白・黄・紫色と色とりどりで美しい。少し小高い所では、直立した Saguaro の周りをまるでかぼうようにして咲く Tesota(*Olneya tesota*、マメ科)の花の紫色が鮮やかに写る。

低地の Ceosoto Bush の中へ入ると、クレオソートの匂いがする。このために動物は近寄らず、細菌からも保護されると言われている。この匂いは、風があると分かりにくい、葉を揉んでかぐか、少し袋にでも入れてからかぐと分かる。雨の後、Creosoto Bush の中に立つと薬用湯に浸っているようである。メキシコ人は、この植物を薬用としているし、Pima Indian は葉を煎じて催吐剤としたり、痛み止めの温湿布剤として利用している。Ceosoto Bush は、春の終わりの 4 月から 5 月頃にかけて可愛い黄色い花を次から次ぎへと咲かせる。その後すぐに、白毛をかぶった丸い実が 6~7mm 大まで成熟し、無数に連なるので、まるで砂漠に雪が降っているように見える。Bush の中で Jojoba もよく見られる。種子は古くからインディアンやメキシコ人が医薬や化粧品として利用しており、最近でも、化粧品の基剤として見直されている。山のスロープや岩石の間に、黄色い花を咲かせるのは Brittle-Bush である。Sunflower のこの若葉を野生動物は好んで食べる。インディアンは、この植物からガムを作り、噛む習慣がある。Bush の中でも、Bird-of-Paradise-Flower(*Caesalpinia gilliesii*、マメ科)は、真紅のヒゲを沢山はやしたクリーム色の花をつけ豪華に見える。この花が 4 月から 9 月頃まで咲き続けるので、庭木として植えられていることが多い。

春の早い 2 月末から 3 月の晴れた暖かい日に砂漠をドライブすると前方の山脈がオレンジ色に輝いていることがある。近づけば、すぐカーペットのように敷き詰められた Desert

Gold Poppy の花の群落であることが分かる。この **Poppy** の花は夜に花びらを閉じ、曇りの日は開かない。しかも、来年、この辺りに花が咲くとは限らず、その年々の気候に応じ、雨や風の具合いで花の咲く場所は移動してしまう。荒れた砂漠にポツンと咲いた花は華麗である。

広大な砂漠の中では、小さな flower 類はとかくみおとしがちである。**Mallow** の薄赤い花もその例にもれず車を止めてしばらく付近を歩き、道ばたで発見することが多い。この種は広く西部に分布していて、馬や羊があやまって食べて死ぬ例が報告されているが、毒性物質は不明である。道ばたによく青色や紫色の **Lupine** が連続して咲いているのを見かける。真紅の花を咲かせる **Paint-Brush** も同じ様な植生を持っている。Tucson から Mexico Boarder の Nogales へ向かう途中、**Paint-Brush** と **Lupine** の見事な群落に出合ったことがあった。そこで、インディアンが **Paint-Brush** を採集していた。良い染料であるという。この両植物は標高の高い Utah 州 Park City にも見られた。

Arizona State University は、Phoenix から 14miles 離れた Tempe にある。Tempe から Mesa まで数 miles であり、Salt Lake まで、さらに数 miles である。Phoenix 付近には、町が集まっているが、広大な Sonoran desert の中の一部であることはかわりはなく、町と町の間も desert である。Japanese Flower Garden と呼ばれている地域が Phoenix の裏山際(南)にある。定住した日本の人達が草花を栽培している名所であり、早春の頃、この付近は見渡す限りの花畑に変わる。この付近をドライブしていて、防風林として利用されている樹木が大きな **Tamarix** であることに気付いた。花の時期にそれを確かめた。何本か切り倒されているものもあったが古いものである。古い時代に水路があり、この辺一帯が **Tamarix** の林であったのであろう。Yuma から California へ入ったところでも同じことを目撃した。まわりに植物のない泥地の片側に、大きな **Tamarix** の木々が連なっているのである。遠くからみると砂漠の風景にうづまり、辺りはスモークのようであった。この Sonoran desert の **Tamarix** は、中国奥地 Gobi 砂漠や Taklimakan Shamo 砂漠にある **Tamarix** と、同じ種で同じ起源であろうか。中国では、紅柳と呼んでいる。**Tamarix** は、Cedar の類であり、ピンク色の花を枝の葉の先につける。Salt Lake River の両岸には、ピンク色の花を付けた若々しい木々が並んでいて、その中は涼しい。

Mesa を通過した山際に、はるか小高い Four Peaks がそびえ立っている。その山々を見るために、Dr. Pettit に誘われて手前の低い山を登ったことがあった。岩山は、手をかけ易く、足場も良く、登るのは容易であった。登るに従って Shrub があり、その枝々がセーターに引っかかって困った。その Bush は、日本のヒイラギの葉に似た木で所々タンニンの固まりがあり、Oak らしいと思った。採集だけして図鑑で調べた。秋のはじめ、一人でその山に再び登った時、びっしりとしたドングリを見て Turbinella Oak であることが分かった。この Bush タイプの Oak はその後、赤い岩石の地 Sedona のスロープでも発見した。砂漠には、Oak はないと思っていたが Arizona Native の Oak として、Turbinella Oak のほか、Sonoran desert の Semi Desert Graasland と Chaparralyland に 8 種あることが分かった。それらは、Arizona white, Black, Emory, Gambel, Mexican Bule, Shrub Live, Silver leaf および White leaf である。グランドキャニオンに Gambel Oak が沢山 Canyon side に茂っている。East side をドライブすると view

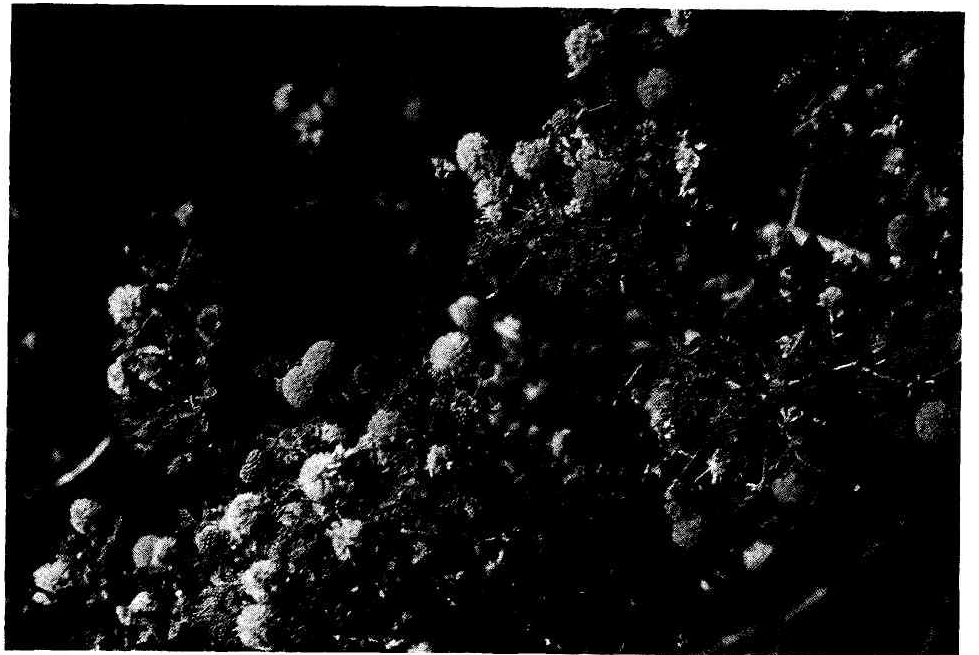
Sandverbena

(*Abyonia villosa*)



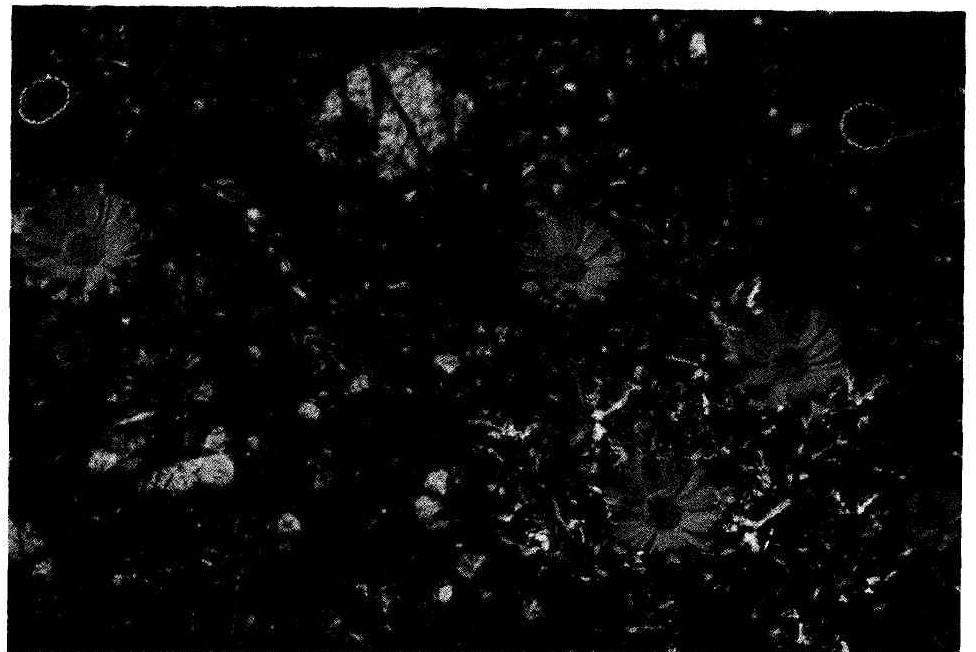
Desert Acacia

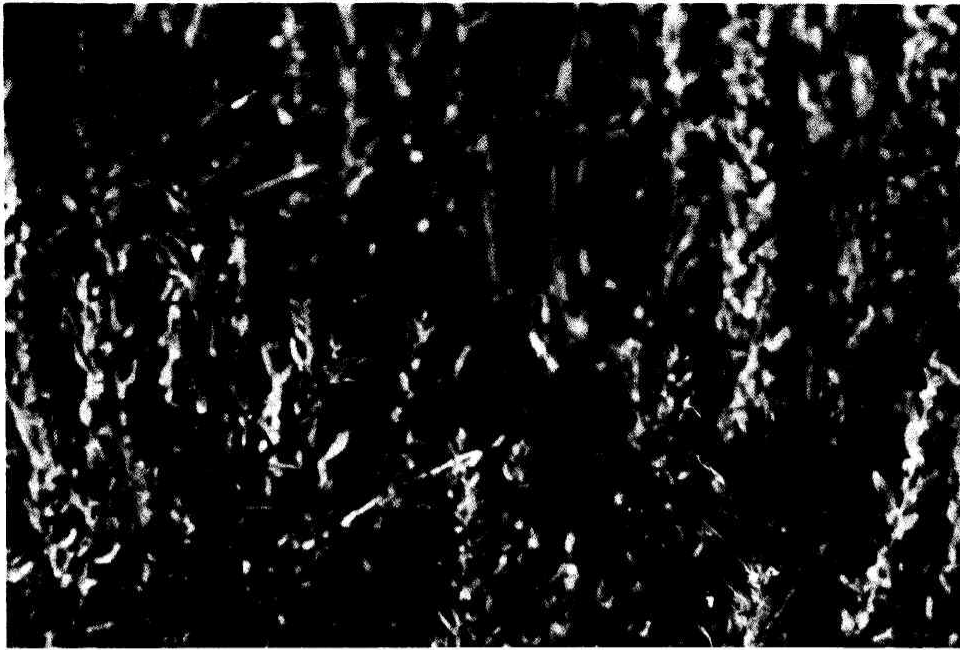
(*Acacia constricta*)



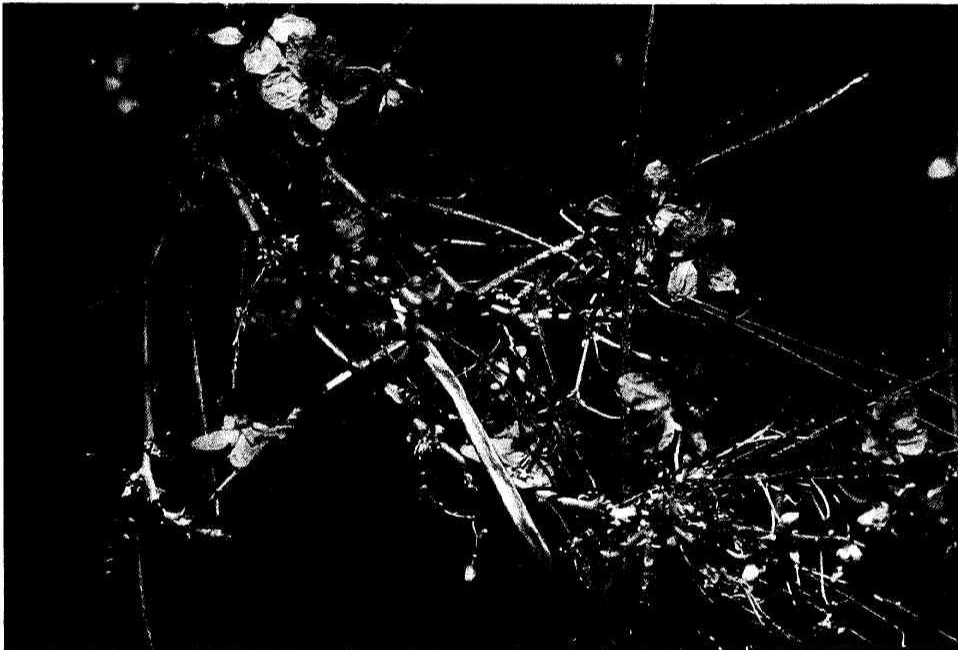
Desert Baileya

(*Baileya multirodiata*)





Paintbrush
(*Castilleja sulphurea*)



Palo Verde
(*Cercidiam floridam*)



Brittle-bush
(*Encelia forinosa*)

point の周りがこの Oak の群落であり、秋は紅葉となる。

夏のはじめ、Salt Lake に沿ってドライブした時、切り開かれた道の崖に 5~7cm 大の白い薄い花を咲かせたアザミのような草花を探した。良く調べると、その付近の所々に生えている。風で白い薄い花びらがちぎれそうであった。**Pricklepoppy** であり、種子は narcotic を含んでいる。

車を止めて、Salt Lake River へ降りた。スロープの砂地に 3cm 大の薄赤い紫がかった **Sandverbena** を見つけた。Four o'clock 科の植物で、花は小さな花の集まりである。

White horse-nettle は、**Bull-nettle**, **Trompillo**, **Silver leaf nightshade** などと呼ばれている。potato 科の植物である。はじめ、家の裏道で発見した。この植物は、5月から10月の暑い盛りに、良く road side で見られる。日本のワルナスビよりは、はるかに葉が小さく細長く、毛で白っぽく見える。しかし、花は紫色で美しい。時には実のなる場合がある。Pima Indian は、この Fruit を Crush し、Cheese を作る時 milk に加えている。また、同じ種の **Solanum jamesii** は、小さな根茎を付けるので、インディアンはこれを wild potato として食べている。同じ potato 科に大きな朝顔の様な白い花をつける **Sacred datura**(*Datura meteloides*, potato 科) が desert の各所で見られる。根は narcotic であり、インディアンはよく食べたり、薬剤としていたりしている。Phoenix から Grand Canyon へ向かう途中に Montezuma Castle という Indian 遺跡がある。この Castle は、高く切り立ったガケの中央に住居を構えた種族であった。ガケ下は川が流れていて作物を作っていたらしい。その一部でもあったのか、Sacred datura が沢山あり、真っ白い花を咲かせていた。

Milk Weed は、Super Station Mountain の side で発見した。5月から9月にかけて desert に生え、名前のごとく茎はミルク状液を分泌する。茎からたれさがった花に大きなハチが密を吸っていた。このミルク状液は毒性の強い配糖体を含む。じばしば、羊などが間違っただけで食べて死ぬことがあるらしい。一方、Hopi Indian は、このミルク液を母乳に入れて増量させているという報告がある。特に Toxic なものとして、**Poison Milk Weed**(*A. subverticillata*), **Indian Milk Weed**(*A. eriocarpa*), **Showy Milk Weed**(*A. speciosa*) が知られている。

Desert baileya は Desert marigold とも呼ばれている。植生は、**Brittle-bush** とほぼ同じであり、広く分布している。黄色い花は、3月から11月にかけて咲く。この植物も動物達に毒性を示す。

Desert daisy は、Plains blackfoot と呼ばれ、道ばたからスロープの岩石やそそり立つメサにまで分布している。花は3月から10月頃まで咲く。

Senna も4月から10月にかけて desert に見られる。中央の茎が上に伸びた数本の枝が一層に桜の花びらの様に黄色い花を咲かせるマメ科の植物である。

7月の暑い盛りに、Supper Station Mountain の下を歩いたことがあった。Cacti の間をぬい、落ちていた Cacti の残骸に注意しながら、窪地を降りたところ、丁度小さなラッパのような薄黄色い花を付けた植物が4体並んでいるのを発見した。すぐ **Desert tobacco**(*Nicotiana trigonophylla*) と分かった。インディアンは、この植物を好んでタバコとして吸っている。

キョウチクトウのような Bignonia 科の花の咲く小木として **Desert willow**(*chilopsis linearis*) と **Trumpet-bush**(*Tecoma stan*) の2種がある。Trumpet-Bush の名は、黄色いトランペットに似

た花を付けるところからきている。5月から10月の夏の盛りに、岩石のスロープやガケに見られる。葉と茎に量は少ないが rubber を含み根は薬剤として利用されている。**Desert willow** は、別名 **Desert catalpa** と呼ばれ、こちらは4月から8月頃にかけて白っぽい紫色がピンクがかったラッパに似た薄紫の花を付ける。メキシコ人は、この花を乾燥させ、煎じ、お茶として飲んでいる。薬用的価値があると信じているようである。これらの両植物とも夏に花を咲かせるので、庭木として植えている家が多く見られる。似たものに少し高い台地か Canyon に生える **California Redbud**(マメ科)の木がある。3月から4月に生え、ピンクがかって紫色の花をつける。

マメ科の Bush に **Carob** と **Easter broom** がある。いずれも、desert に見られるが丁度わが家の庭にあってそれを採集した。両植物とも黄色い花を咲かせる。わが家で採集した植物に **Silk Oak** がある。Pruteaceae 科の植物である。この樹は、スギやヒノキに似ているが、葉は、15cm ぐらい、切り目が入った手のひら大のもので切り目は痛い。常緑であるが絶えず葉を落とし、乾燥して黒づみ、固くさらさらと音がする。日陰づくりに利用している樹木である。

Utah 州 park city に日本とアメリカの共同の生薬学会がありアリゾナ州から参加した。周りを歩きアリゾナの草花と比べ、ほとんどグランドキャニオン付近のものと同じであることを確かめた。その時、アリゾナで採集できなかった **Fire wood** と **Sand Blazing Star** を採集した。**Sand Blazing Star** は、10cm ぐらいの10枚の金色の花びらを輝かせ、大形の5枚の花びらのものもあり、いずれも華やかである。一方、**Fire wood** は、薄い赤紫色の花を茎の上部に互い違いに咲かせる1m高さのいかにも山草という感じの草花である。

Desert grassland を通り、Oak woodland と Chaparral 地域を過ぎると、Pine 類が多く高い樹木の林、いわゆる Alpine Tundra となる。この様相は、desert の標高の高い所でも見られる。Tucson の Mt. Lemonn も上に登るほどこの様相を示す。冬は、この desert の山に雪が積もり良いスキー場となる。同じように Sun Francisco Peak と White mountain も冬はスキー場になる。

砂漠は、Desert indian にとっての良い生活の場である。何よりも自然の食糧が豊富である。最初に述べた Saguaro cactus の果実は、6月から7月に集められ、そのままでも食べられるが、種子を取り出し、そのジュースはシロップとして料理に利用できる。それからジャムも作れる。種子はそのまま料理にも、粉末にしてパン粉に加えることもできる。Mesquite の種子は、夏に集められ Crush し、パン粉とされる。同じように、Chaparral の Oak のドングリも利用されている。Cacti の Yucca の葉もそのまま食べられているし、Agaves や Yucca は医薬にもなり Soap にもなる。さらに、Chaparral には、実の食べられる Red Barberry や Prickly-pear などがある。上述の Agave などは、葉を切り取り、心臓部をローストして保存食としている。家屋も、薪も、カゴ類などすべての砂漠の植物を利用している。

Table 1. Species and Collection of the Arizonan Desert Plants

No	Species	Family	Common Name ^{a)}	Types ^{b)}	Collection	Parts ^{c)}
1	<i>Abronia villosa</i>	Nyctaginaceae	Sand-verbena	A	Mesa '88 (Suguro Lake)	W
2	<i>Acacia constricta</i>	Leguminosae	Desert acacia ¹⁾	C	Mesa '88 (Suguro Lake)	L,F,B
3	<i>Argemone platyceras</i>	Papaveraceae	Crested pricklepoppy ²⁾	A	Mesa '89/3/14 (Suguro Lake)	W
4	<i>Asclepias subulata</i>	Asclepiadaceae	Milk weed ³⁾	A	Mesa '88/5/29 (Supper station mou.)	W
5	<i>Baileya multirodiata</i>	Compositae	Desert baileya ⁴⁾	A	Mesa '88 (Suguro Lake)	W
6	<i>Cassia artemisiodea</i>	Leguminosae	Desert Senna	A	Tempe '88 (Papago park)	W
7	<i>Cassia coresii</i>	Leguminosae	Golden Senna	A	Mesa '88/5/29 (Supper station mou.)	W
8	<i>Castilleja sulphurea</i>	Scrophalariaceae	Paintbrush ⁵⁾	A	Nogales '89 (Mexico border)	W
9	<i>Ceratonia siliqua</i>	Leguminosae	Carob	B	Tempe '88 (Home)	L,F,B
10	<i>Cercidium floridum</i>	Leguminosae	Palo verde ⁶⁾	C	Mesa '88/5/29 (Supper station mon.)	L,F,B
11	<i>Cereis occidentalis</i>	Leguminosae	California redbud ⁷⁾	C	Mesa '88 (Suguro Lake)	L,B
12	<i>Chilopsis linearis</i>	Bignonia	Desert willow	C	Tempe '88 (Papago park)	W
13	<i>Cytisus racemosus</i>	Leguminosae	Easter broom	B	Tempe '88 (Home)	L,F,B
14	<i>Encelia forinosa</i>	Compositae	Brittle-bush ⁸⁾	B	Mesa '88	L,F,B
15	<i>Epilobium angustifolium</i>	Onagraceae	Fireweed	A	Utah '88/7 (Park city)	AP
16	<i>Eschscholzia mexicana</i>	Papaveraceae	Desert gold poppy ⁹⁾	A	Mesa '89/3/14 (Suguro Lake)	W
17	<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae	Silk oak	C	Tempe '88 (Home)	L,B
18	<i>Larrea tridentata</i>	Zygophyllaceae	Creosote bush	B	Mesa '89/3/14 (Suguro Lake)	L,F,B
19	<i>Lupinus argenteus</i>	Leguminosae	Lupine	A	Utah '88/7 (Park city)	W
20	<i>Melampodium leucanthum</i>	Compositae	African daisy ¹⁰⁾	A	Mesa '89/3/14 (Suguro Lake)	W
21	<i>Mentzelia involucreta</i>	Loasaceae	Sand blazing star ¹¹⁾	A	Utah '88/7 (Park city)	AP
22	<i>Nicotiana trigonophylla</i>	Solanaceae	Desert tobacco ¹²⁾	A	Mesa '89/3/14 (Suguro Lake)	AP
23	<i>Prosopis juliflora</i>	Leguminosae	Honey mesquite	C	Mesa '88 (Suguro Lake)	L,F,B
24	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Solanaceae	White horse-nettle ¹³⁾	A	Tempe '88/6/5 (Papago park)	W
25	<i>Sphaeralcea ambigua</i>	Malvaceae	Desert mallow ¹⁴⁾	A	Tucson '89 (Road side)	W
26	<i>Sphaeralcea pulchella</i>	Malvaceae	Mohave desert mallow	A	Tempe '88/6/5 (Papago park)	W
27	<i>Tamarix pentandra</i>	Tamaricaceae	Tamarisk ¹⁵⁾	C	Mesa '89/3/14 (Suguro Lake)	L,F,B

[Notes] a) Other Common Names are noted : ¹⁾ Mesquit acacia, ²⁾ Prickly poppy, ³⁾ White-stemmed Milkweed,

⁴⁾ Desert Marigold, ⁵⁾ Indian Paintbrush, ⁶⁾ Blue Palo verde, ⁷⁾ Western Redbud, ⁸⁾ White Brittle-bush,

⁹⁾ Mexican Golden poppy, ¹⁰⁾ Desert Daisy, ¹¹⁾ Blackfoot Daisy and Plains Blackfoot, ¹²⁾ Tree Tobacco,

¹³⁾ Silver Leaf and Night shade, ¹⁴⁾ Globemallow, ¹⁵⁾ Chinese Salt Cedar

b) A: Desert flowers, B: Desert Bush or Shrubs, C: Trees

c) W: Whole plants, L: Leaves, F: Flowers, B: Branches, AP: Aerial Parts

III. 植物の抽出と分配

採集した各植物は、標本を作り、残りを抽出した。いずれも、少量で乾燥すると 100g 程度であった。Figure 3 に示すように、2 つに分け、それぞれメタノールと水で抽出した。メタノール抽出物(M)は、水を加えて hexane (MH), CH_2Cl_2 (MD), EtOAc (ME), BuOH (MB)で順次抽出分配し、一方水抽出物は、EtOAc (ME), BuOH (MB)で分配した。抽出物および分配物を生物活性スクリーニングに供した。

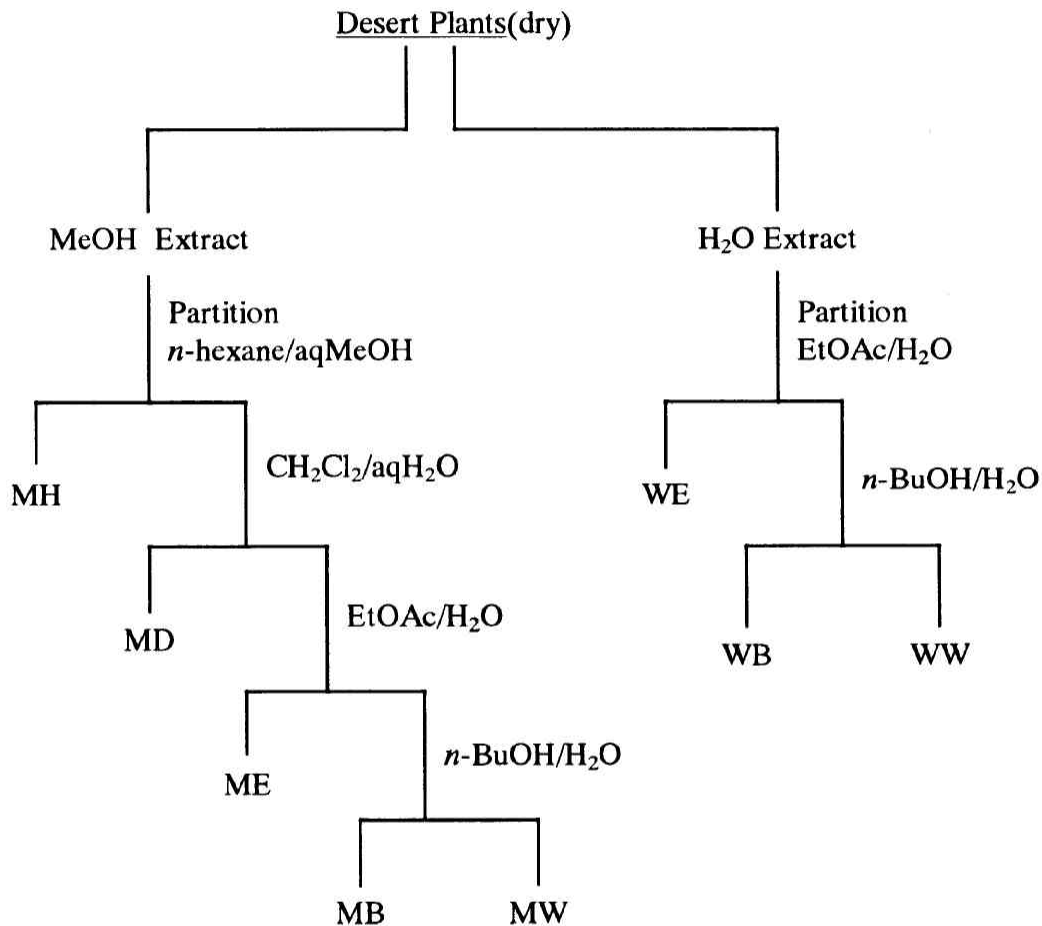
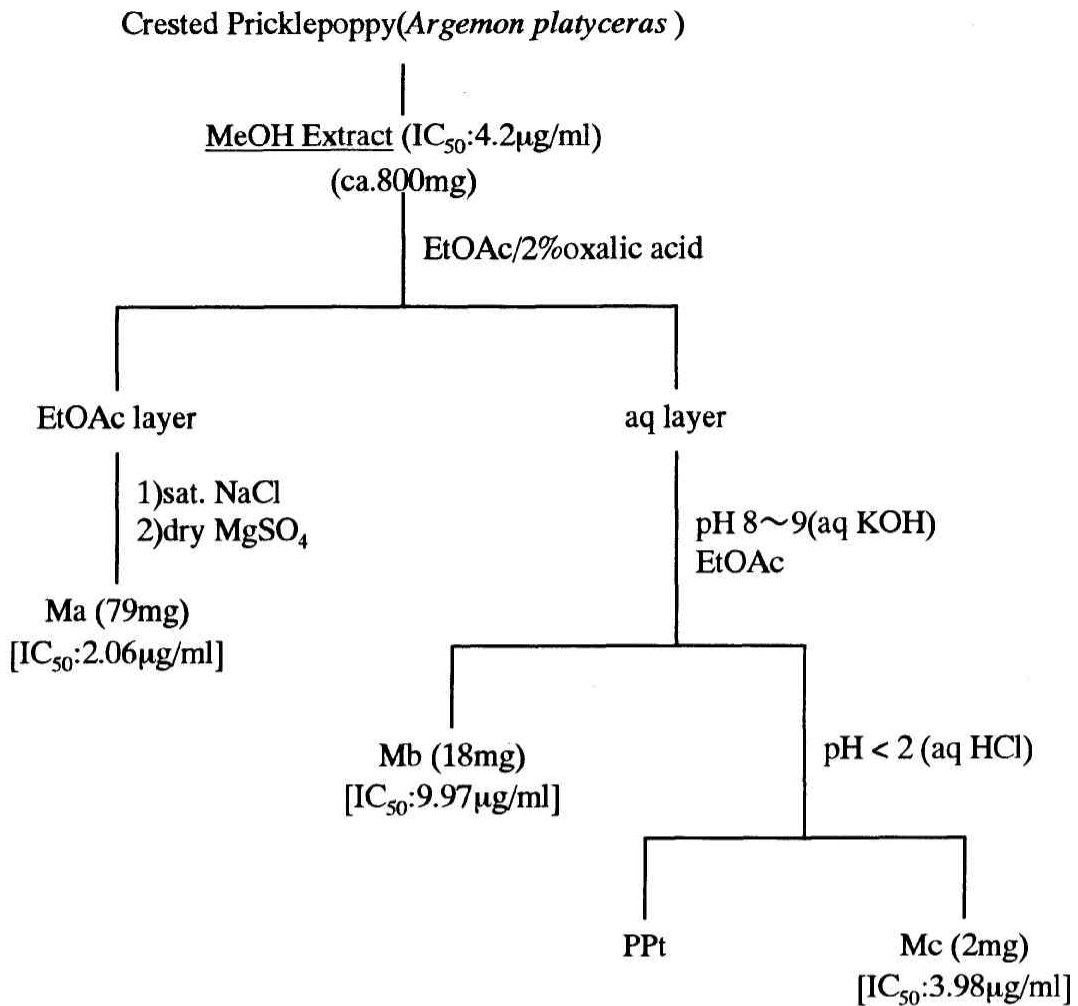


Fig.3 Extraction and Partition of The Arizonan Desert

Crested Pricklepoppy(*Argemon platyceras*)は、塩基性成分の存在が予想され、また将来これらの成分の分離を目的に、Figure 4 に示すような分配を行った。すなわち、塩基性部分を Oxalic acid 塩(Ma)として抽出後、さらに、強塩基性部分と酸性部分(MC)を抽出した。これらの各部分 Ma, Mb および Mc の白血病 P388 細胞による活性を調べたところ、いずれの部分も有意な活性を示した。(Table 2)。



Bioassay : activity for P388 lymphocytic leukemia.[IC₅₀:µg/ml]

Fig. 4 Partition of The *Argemone platyceras* MeOH Extract.

IV. 生物活性スクリーニング

砂漠植物の抽出物・分配物を試料として次の生物活性を検討した。

A. ウニ受精卵々割阻害作用

6 穴プレート中に 1ml の人工海水とメタノールで溶かしたサンプルを注入し、バフンウニの受精懸濁液(2×10³cells/ml)を 4ml 添加し、約 90 分後、未処理の受精卵が 100%卵割したことを確認した後、卵割阻害率を測定した。その結果を Table 2 に要約した。

Table 2. Inhibition Against Cell Division of Sea Urchin Eggs for The Arizonan Desert

No	Plants	IC ₅₀ (μ g/ml)									
		M	MH	MD	ME	MB	MW	W	WE	WB	WW
1	<i>Abronia villosa</i>	70.3	62.7	29.8	-	-	-				
2	<i>Acacia constricta</i>	55.1							47.6		
3	<i>Argemone platyceras</i>	-									
4	<i>Asclepias subulata</i>	-	-	-				-	-	-	-
5	<i>Baileya multirodiata</i>	72.2							-		
6	<i>Cassia artemisiodea</i>	63.3							-		
7	<i>Cassia coresii</i>	-							-		
8	<i>Castilleja sulphurea</i>	-	-		83.7	9.7			-	64.2	97.6
9	<i>Ceratonia siliqua</i>	-	-		50.0	-	-		-		54.1
10	<i>Cercidium floridum</i>		-	-	33.6	-	-		-		50.0
11	<i>Cereis occidentalis</i>	-							-		
12	<i>Chilopsis linearis</i>	68.4									
13	<i>Cytisus racemosus</i>	-							-		
14	<i>Encelia forinosa</i>	-	23.8	17.8	-	-	-		-		-
15	<i>Epilobium angustifolium</i>	-							-		
16	<i>Eschscholzia mexicana</i>	13.7									
17	<i>Grevillea robusta</i>	71.7	35.7	70.5	-	36.8	67.5		-		98.5
18	<i>Larrea tridentata</i>	4.11							-		-
19	<i>Lupinus argenteus</i>	-							-		
20	<i>Melampodium leucanthum</i>	71								75	
21	<i>Mentzelia pumila</i>	77								-	
22	<i>Nicotiana glauca</i>	23.7									
23	<i>Prosopis juliflora</i>	-	72.3		67.5	-	-		36.0		13.4
24	<i>Solanum elaeagnifolium</i>		-	34.1	57.4	61.5			-		38.4
25	<i>Sphaeralcea ambigua</i>	-							-		
26	<i>Sphaeralcea pulchella</i>	-							-		
27	<i>Tamarix pentandra</i>	-							-		

Creosoto Bush(*Larrea tridentata*)のメタノール抽出物の最も強い IC₅₀ 値:4.11 μ g/ml を示した。ついで、Desert gold poppy(*Eschscholzia mexicana*)が、13.7 μ g/ml、Desert tobacco(*Nicotiana glauca*)が 23.7 μ g/ml と有意の値を示した。分配した試料のうち、最も強いのが、Paintbrush (*Castilleja sulphurea*)のブタノール可溶部であり、その IC₅₀ 値は、9.7 μ g/ml であった。この植物は、水抽出後のブタノール可溶部(WB)にも活性があり、配糖体などがその活性本体である可能性がある。同じように、Honey mesquite(*Prosopis juliflora*)の水抽出物のブタノール可溶部が、IC₅₀ 値:13.4 μ g/ml を示し、やはり配糖体の存在が考えられる。メタノール抽出物の分配物のうち、二番目に活性が強かったのは Brittle-Bush(*Encelia forinosa*)であり IC₅₀ 値:17.8 μ g/ml を示した。Silk oak(*Creyilea rovsta*)の分配物は、酢酸エチル可溶部を除いて全てにおいて活性を示した。この植物には、生物活性を示す広範囲な種類の化学成分の存在が伺え、興味もてる。

Table 3. Cell Growth Inhibition of P388 Cells and Antimicrobial Activity
by the Extracts of Arizonan Desert Plants

No	Plants	Extracts	P388 (IC ₅₀ :µg/ml)	T.mentagrophytes (200µg/ml)	A.fumigatus (200µg/ml)
3	<i>Argemone platyceras</i>	M	4.2	-	-
		Ma	2.06	-	-
		Mb	9.97	-	-
		Mc	3.48	-	-
5	<i>Baileya multirodiata</i>	M	2.3	-	-
8	<i>Castilleja sulphurea</i>	MH	-	+	-
		MD	-	+	-
10	<i>Cercidium floridum</i>	MH	-	+	-
		MD	-	+	-
		ME	-	-	-
14	<i>Encelia forinosa</i>	MH	3.37	+	+
		MD	2.66	-	-
		WE	5.59	+	+
		WB	3.44	-	-
17	<i>Grevillea robusta</i>	MH	3.48	+	+
		MD	6.51	+	-
24	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	MH	3.3	+	-
		MD	7.76	-	-
		ME	-	+	-

B. マウス白血病細胞 P388 に対する細胞毒性

P388 細胞を約 5×10^3 cell/ml に調製し、24 穴プレートに 1.0ml/well 分注した。24 時間後、培養細胞を計測し、各検体を生理食塩水で段階的に希釈してものを 10µl/well 添加した。これをさらに 48 時間培養後、同様に細胞数を計測した。結果を Table 3 に要約した。

P388 細胞に対して、増殖阻害活性を示したのは、Crested pricklepoppy(*Argemone platyceras*), Desert bailey(*Baileya multirodiata*), Brittle-bush(*Encelia forinosa*), Desert gold poppy(*Eschscholzia mexicana*) および White horse-nettle(*Solanum elaeagnifolium*) の 4 種であった。

Crested prickle poppy と Desert bailey のメタノール抽出物の IC₅₀ 値は、それぞれ 4.2µg/ml と 2.3µg/ml であり、かなり強い活性成分の存在が示唆された。そこで、Crested prickle poppy について、抽出物を塩基成分と酸性成分に分配した所、シュウ酸酸性で抽出できるフラクション(Ma)が IC₅₀ 値:2.05µg/ml という強い活性を示し、ついで弱酸性フラクション(Mc)が 3.98µg/ml を示し、さらに塩基性フラクション(Mb)も 9.97µg/ml という値を示した。特に弱酸性成分に強い活性が存在していることが分かった。

C. 抗真菌活性

Candida albicans, *Rhizopus oryzae*, *Trichophyton mentagrophytes* および *Aspergillus fumigatus* の 4 種類に対する抗真菌活性を検討した。*C.albicaus* と *R.oryzae* に対してはいずれも活性を示さなかった。*T.mentagrophytes* に対しては Paintbrush(*Castilleya sulphurea*), Palo

verde(*Cercidium floridum*), Brittle-bush(*Encelia forinosa*) Silk oak(*Grevillea robusta*) および White horse-nettle(*solanum elaeagnifolium*)が 200 μ g/ml の濃度で活性を示したさらに、同じ濃度で、 Brittle-bush と Silk oak は、*A.fumigatus* に対しても活性を示した。

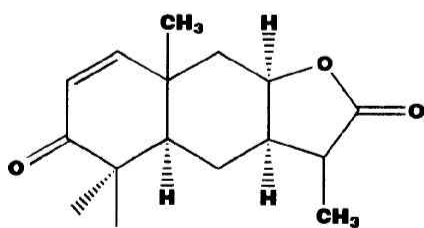
V. 砂漠植物の化学成分の文献的考察

ウニ受精卵々割阻害作用に加えて白血病細胞 P388 にも活性があり、さらに抗真菌活性を示した植物は、 Brittle-bush (*Encelia farinosa*) (No.14), Silk oak (*Grevillea robusta*) (No.16) および White horse-nettle (*Solanum elaeagniform*) (No.24) の 3 種であった。また、ウニ受精卵々割阻害活性の他、P388 活性か抗真菌性を示したものとして、 Desert bailey (*Baileya multiradiata*) (No.5), Paintbrush (*Castilleja sulphurea*) (No.8), Palo verde (*Cercidium floridum*) (No.10) の 3 種がある。これらの 6 種の植物に加え、ウニ受精卵々割阻害作用の強い Creosote bush (*Larrea tridentata*) (No.18) と P388 細胞に対して優れた活性を示した Crested pricklepoppy (*Argemone platycerae*) (No.3) について、可能な限りの化学成分の文献調査を行った。その結果、 Desert bailey (*Baileya multiradiata*) に抗腫瘍性成分の報告がみられたがその他には見られず、また抗真菌活性を示すものはなかった。しかし、いくつかの興味ある化合物の報告がみられたので、これらを要約しておく。

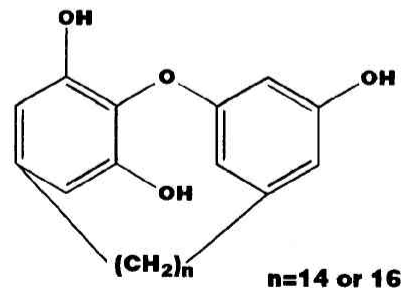
Brittle-bush (*Encelia farinosa*) には flabonoids, benzofurans, sesquiterpenes および alkaloids の報告がみられた。sesquiterpene lactones¹⁾: farinosin(1) と benzofuran²⁾ 体(2) の構造を示しておく。

Silk oak(*Grevillea robusta*) には、 polysaccharide, rutin, cinnamic acid ester のほかに、 phenolic compound(3)³⁾ の単離報告がみられたが、生物活性を示すような化学成分の報告はなかった。

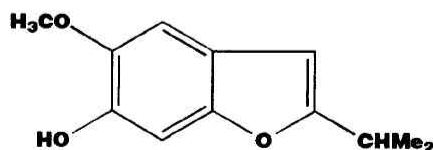
Whit horse-nettle (*Solanum elaeagniform*) は日本のワルナスビ *Solanum carolonense* に類似している。葉はもっと細く小さく毛が深い。花も紫色が濃い。ナス科に特有のアルカロイドの存在が考えられ、文献的にも solasodine と tomatidenol derivative および steroidal glycoalkaloids の報告がみられた。アルカロイドが本研究で行った生物活性を示すかどうかは不明である。



1



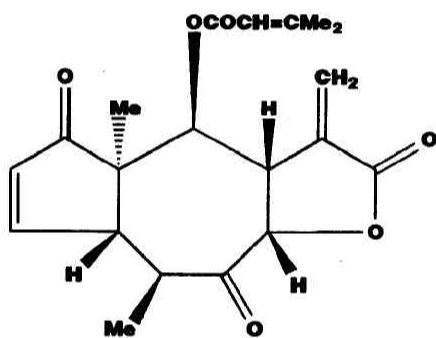
3



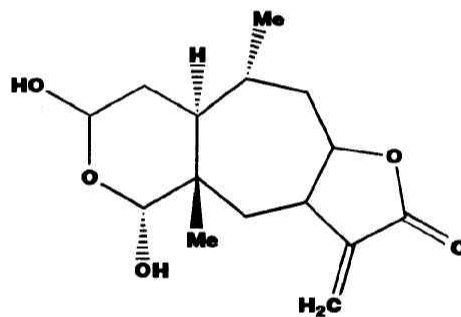
2

Desert bailey (*Baileya multiradiata*) についての化学成分の研究は多い。今までに抗腫瘍活性を示す sesquiterpene として multiradiatin(4)⁴⁾⁵⁾, fastigilin B⁴⁾⁵⁾ と C⁴⁾⁵⁾, bayleyin⁴⁾⁵⁾, pleniradin⁴⁾⁵⁾, radiatin⁵⁾ および hymenoxane(5)⁶⁾ が白血病細胞 P388 を指標に単離構造決定されている。各々も *in vitro* および *in vivo* において有意な活性を示し、fastigilin C と radiatin が最も活性が強かった。著者らの研究でもこの植物が P388 細胞とウニ受精卵々割阻害活性を示しており、活性本体は同一物質と思われる。

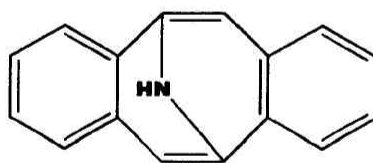
一方、**Crested pricklepoppy** (*Argemone platycerae*) は、P388 cell に対してのみ活性を示した。この植物の化学成分としては、phenolic pyridine alkaloid 類が数種報告されている。それらは berberine タイプの (-)-canadine(6)⁷⁾⁸⁾, (-)-stylopine のほか、タイプの違う magnoflorine(7)⁷⁾⁸⁾ および platycerine(8)⁷⁾⁸⁾ などであり、さらに、これらの methoxy hydroxide 類であった。これらの化合物が P388 細胞に活性を示すかどうかは不明であり、活性本体の解明が必要である。



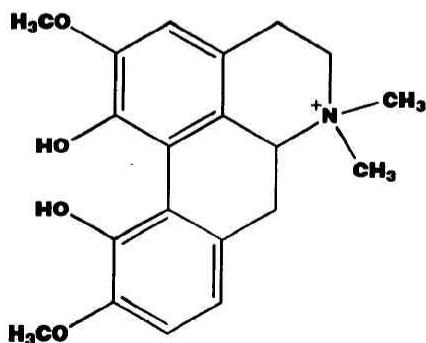
4



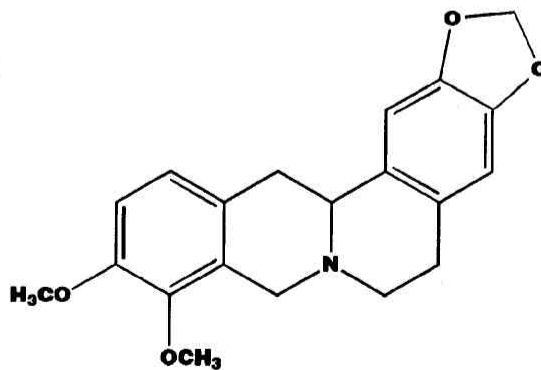
5



8



7

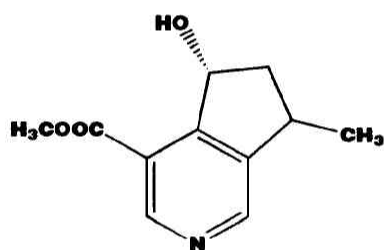


6

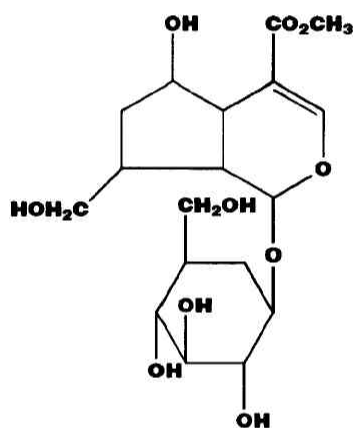
Paintbrush (*Castilleja sulphurea*) の化学成分としては、alkaloids と iridoid およびその glycosides の報告がみられた。alkaloid としては pyridine mono terpene 誘導体の rhexifoline(9)⁹ があり、iridoid としては 6-β-hydroxy acloxoside(10)¹⁰ や 10-trans-cinnamoylmelittoside(11)¹¹ がある。生物活性の記載はみられなかった。

Palo verde (*Cercidium floridum*) も、上述の paint brush と同じようにウニ受精卵々割阻害活性のほか抗真菌活性を有している。しかし、化学成分についてはほとんどこれという記載がなく、lgutamic acid, azetidine および pipercolic acid の誘導体の報告¹²がみられるにすぎない。今後検討する上で有望な植物である。

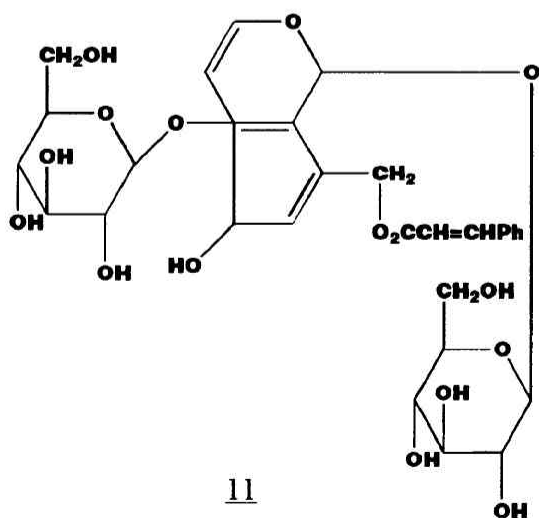
Creosote bush (*Larrea tridentata*) はウニ受精卵々割阻害作用だけを示したが、その活性は最も強かった。この植物についての化学成分の検索もほとんどなく、今までに、phenolic compound の nor-dihydro-guaiareic acid(12)¹³ を代表とする、catecholic butane 類が単離されており、Zn と共に skin diseases 特に fungal および bacterial diseases、さらに cancer に対しても有効であることが報告されている。ウニ受精卵々割阻害作用がこれらの化合物の活性によるものかどうか興味のあるところであり、さらに本植物の各種生物活性成分の探索には期待がもてる。



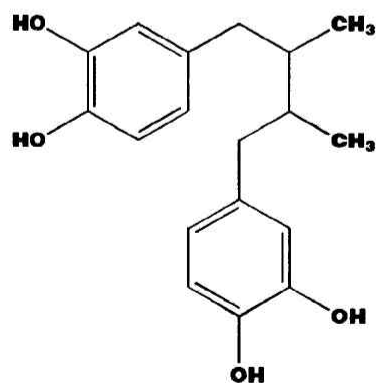
9



10



11



12

References

- 1) T.A. Geisaman and R. wakherjee. *J. Org. Chem.*, **33**, 656 (1968)
- 2) C. Steelink, G.P. Warshall. *J. Org. Chem.*, **44**, 1429 (1979)
- 3) J.R. Cannon, P.W. Chow, M.W. Fuller, B.H. Hamilton, B.W. Metcalf, A.J. Power. *Aust. J. Chem.*, **26**, 2257 (1973)
- 4) G.R. Pettit, C.L. Herald, G.F. Judd, G. Bolliger, R.S. Thayer. *J. Pharm. Sci.*, **64**, 2023 (1975)
- 5) G.R. Pettit, C.L. Herald, G.F. Judd, G. Bolliger, L.D. Vanell, E. Lehto, C.P. Pase. *Lloydia*, **41**, 29 (1978)
- 6) D.W. Hill, H.L. Kim, B.J. Camp, J. Bennie. *J. Agric. Food. Chem.*, **27**, 885 (1978)
- 7) J. Slavik, L. Slavikova, K. Hasova. *Collect. Czech. Chem. Commun.*, **38**, 2513 (1973)
- 8) O. Link, J.J. Slavik, L. Slavicova. *Collect. Czech. Chem. Commun.*, **41**, 285 (1976)
- 9) M.R. Roby, F.R. Stermity. *J. Nat. Prod.*, **47**, 846 (1984)
- 10) D.R. Gardner, J. Naram, D. Zook, F.R. Stermity. *J. Nat. Prod.*, **50**, 4885 (1987)
- 11) G.N. Belofaky, F.R. Stermity. *J. Nat. Prod.*, **51**, 614 (1988)
- 12) C.S. Evans, E.A. Bell. *Phytochemistry*, **17**, 1127 (1978)
- 13) Z. Lao, D. Meksuriyen, C.A. Erdelmeier, H.H.S. Fong, G.A. Cordell. *J. Org. Chem.*, **53**, 2183 (1988)
- 14) K.R. Downum, J. Dole, E. Rodriguez. *Biochem. Syst. Ecol.*, **16**, 551, (1988)

VI. アリゾナ砂漠植物の調査資料リスト

1. S. Whitney, "A Field Guide to the Grand Canyon", QUILL, New York (1982).
2. S. Whitney, "WESTERN FORESTS", Chanticleer Press, New York (1989).
3. M. Crittenden, "Trees of the West", CELESTIAL ARTS, Millbrae, California (1977).
4. J.H. Lehr, "A Catalogue of the Flora of Arizona", Desert Botanical Garden, Phoenix, Arizona (1978).
5. H.L. Edrin, "The Tree Key", Charles Scribner's Sons, New York (1978).
6. J.E. Croft, "RELIEF FROM ARTHRITIS The Natural Way", THORSONS PUBLISHING GROUP, Rochester, Vermont (1984).
7. J.E. Bowers, "100 ROADSIDE WILDFLOWERS OF SOUTHWEST WOODLANDS", Southwest Parks and Monuments Association, Tucson, Arizona (1987).
8. N.N. Dodge, "100 Desert Wildflowers in natural color", Southwest Parks and Monuments Association, Tucson, Arizona (1986).
9. N.N. Dodge, "Poisonous Dwellers of the Desert", Southwest Parks and Monuments Association, Tucson, Arizona (1988).
10. N.N. Dodge, "100 Roadside Wildflowers of Southwest Uplands", Southwest Parks and Monuments Association, Globe, Arizona (1976).
11. N.N. Dodge, "Flowers of the Southwest Deserts", Southwest Parks and Monuments Association, Tucson, Arizona (1985).

- 12.F.H.Elmore,"Shrubs and Trees of the Southwest Uplands",Southwest Parks and Monuments Association, Tucson, Arizona(1987).
- 13.L.P.Arnberger,"Flowers of the Southwest Mountains",Southwest Parks and Monuments Association, Tucson, Arizona(1982).
- 14.Arnold and Connie Krochmal,"A Field Guide to Medicinal Plants",TIMES BOOKS, New York(1984).
- 15.A.G.NELSON,"WILD FLOWERS of Glacier National Park", Montana(1970).
- 16."A Self-Guided Tour of the Desert Botanical Garden",Desert Botanical Garden, Phoenix, Arizona.
- 17."A Guide to the Garden",Desert Botanical Garden, Phoenix, Arizona.
- 18.B.M.Paelik,P. C.Muick,S. G.Johnson,and M. Popper,"OAKS OF CALIFORNIA",Cachuma Press and the California Oak Foundation, Los Olives(1992).
- 19.E.C.Jaeger,"Desert Wild Flowers",Stanford University Press, Stanford, California(1941).
- 20."Plants and People of the Sonoran Desert",Traial Guide, Phoenix, Arizona.
- 21.T.C.Fuller and E. McClintock,"Poisonous Plants of California",University of California Press, Berkeley Los Angeles London(1986).
- 22.J.Alcock,"Sonoran Desert Spring",The University of Chicago Press, Chicago and London(1985).
- 23.W.G.McGinnies,"Discovering the Desert",The University of Arizona Press, Tucson, Arizona(1983).
- 24.J.A.MacMahon,"DESERTS",Chanticleer Press, New York(1986).
- 25.Natural Vegetation Committee,"Native Arizona Plants",The University of Arizona Press, Tucson, Arizona(1982).
- 26.T.J.Belzer,"ROADSIDE PLANTS of Southern California",Mountain Press Publishing Company, Missoula(1984).

(文責:釜野徳明)

謝辞

本論文の作成と完成にあたって、献身的にお手伝い下さった渡部和彦君および神山公一君に深謝致します。