

Überblick über die japanische Flora in der nemoralen und borealen Zone = Flora of Japan in the nemoral and boreal zone

Autor(en): **Miyawaki, Akira / Nakamura, Yukito**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübél, in Zürich**

Band (Jahr): **98 (1988)**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-308897>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Überblick über die japanische Flora in der nemoralen und borealen Zone

Flora of Japan in the nemoral and boreal zone

von

Akira MIYAWAKI und Yukito NAKAMURA

INHALT

1. Einleitung	101
2. <u>Fagetea crenatae</u> - Gebiet: Nemorale (temperierte) Zone	105
3. <u>Vaccinio-Piceetea</u> -Gebiet: Boreale Zone	114
4. <u>Carici rupestris - Kobresietea bellardii</u> -Gebiet: Alpine Stufe	120
Zusammenfassung - Summary	123
Literatur	127

1. EINLEITUNG

Die sino-japanische Florenregion wird in Japan aufgrund der Verbreitungsareale von Arten in mehrere kleinere Gebiete (Provinzen) unterteilt (Abb. 1; KAWANO 1967). Demgegenüber erfolgte die Einteilung der Vegetation in Japan früher nach klimatischen und physiognomischen Merkmalen (Tab. 1). Erst mit der Entwicklung der Pflanzensoziologie wurde die Vegetation auch nach ihrer Artenkombination untersucht und geordnet (SUZUKI 1961, MIYAWAKI 1967). Die pflanzensoziologischen Arbeiten hatten zur Folge, dass die Vegetationen teilweise neu unterteilt werden mussten. Mit Hilfe der pflanzensoziologischen Einheiten können die Florenregion und die Vegetation systematisch gegliedert werden. In der vorliegenden Arbeit werden also die drei Kriterien Klima, Physiognomie und Artenkombination zu einem Einteilungssystem kombiniert, wobei die Vegetationszonen (MIYAWAKI 1967, NUMATA et al. 1972, HAEMET-AHTI und KOPONEN 1974) beibehalten werden. So entsprechen die Zonen gemäss der grossräumigen klimatischen Arealkunde den sieben Klimazonen der Nordhalbkugel nach WALTER (1961, 1964, 1968). Die klimatische Gliederung kann nach Biotemperatur-Indices von KIRA (1949) und von HOLDRIDGE (1967) erfolgen, weil in Japan die Niederschlagsmenge genügend (über 900 mm/Jahr) und die Verteilung während der Vegetationszeit günstig ist. Von den Klimafaktoren spielt die Temperatur die wichtigste Rolle für das Vorkommen von Taxa und Syntaxa. Deshalb stimmen die Indices von KIRA (1949) mit den Vegetationsarealen ziemlich gut überein (Abb. 2).

Tab. 1 (S. 102). Vertikale Gliederungen der Vegetation auf den japanischen Inseln in der nemoralen Zone (nach verschiedenen Autoren)
Table 1 (p. 102). Vertical classification of the vegetation in the nemoral zone on the Japanese Islands (after different authors)

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| 1 TAKEDA 1926 | 5 NUMATA et al. 1972 |
| 2 KOIZUMI 1919 | 6 HAEMET-AHTI und KOPONEN 1974 |
| 3 SUZUKI 1961 | 7 OHBA 1982 |
| 4 HORIKAWA 1968 | |

	Alpine Zone		Subalpine Zone	Montane Zone	Kolline Zone
1	Alpine Zone		Nadelwald-Zone von Picea und Abies	Zone sommergrüner Laubwälder von Fagus crenata	Nadelwald-Zone von Abies und Tsuga
2	Flechten-Zone	Rasen-Zone	Subarktische Zone	Kühltemperierte Zone	Hemitemperierte Zone
3	Alpine Zone		Nadelwälder (Abies-Picea - Formation)	Sommergrüne Laubwälder (Fagus crenata - Formation)	Uebergangszone der Nadelwälder
4	Alpine Halbwüste, Heide, Rasen und Krummholz (Pinus pumila - Formation)		subalpine und subarktische Nadelwald-Region	Region sommergrüner Laubwälder	Quercus-Fagetetea crenatae
5	Alpine Region, alpine Rasen und Pinus pumila - Gesellschaft		Vaccinio-Piceetea japonicae		
6	Obere oroboreale Zone	Oroboreale Zone		Orotemperierte Zone	Orohemitemporierte Zone
7	Alpine Stufe	Obere subalpine Stufe, Vaccinio-Pinetalia-Gebiet	subalpine Stufe, Abieti-Piceetalia-Gebiet	Montane Stufe	Fagetetea crenatae-Gebiet
8	Alpine Stufe	Obere subalpine Stufe, Vaccinio-Pinetalia-Gebiet	Subalpine Stufe, Abieti-Piceetalia-Gebiet	Montane Stufe	
				Saso-Fagetalia-Gebiet	Quercetalia serratogrosseserratae-Gebiet
			Oroboreale Zone		Orotemperierte Zone

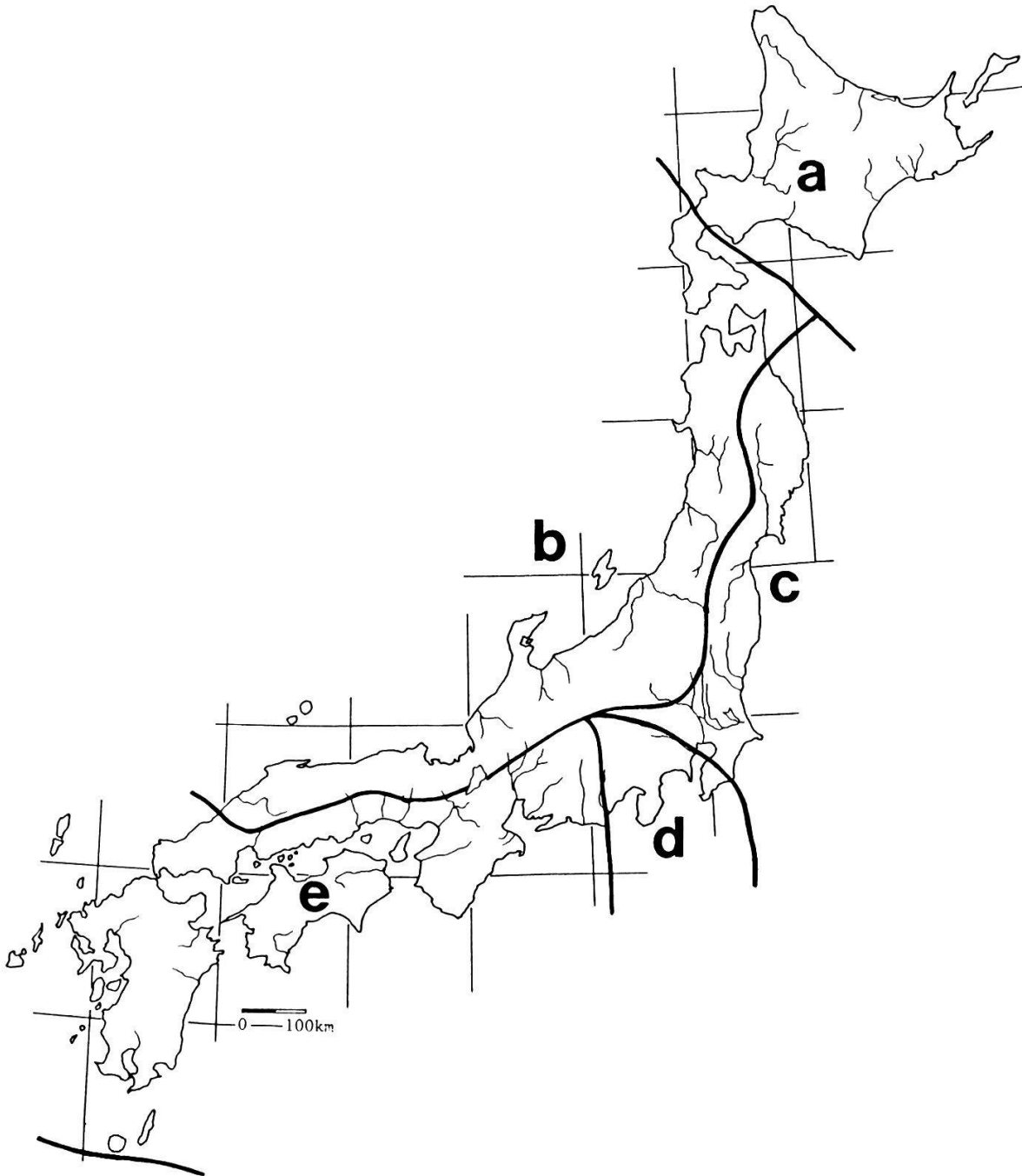


Abb. 1. Die sino-japanische Florenregion mit ihren Unterteilungen
(nach KAWANO 1967)

Fig. 1. The Sino-Japanese floristic region with subdivisions
(after KAWANO 1967)

- | | | | | | |
|---|-------------------|---|---------------------|---|------------------|
| a | Hokkaido-Provinz | c | Kanto-Mutsu-Provinz | e | Sohayaki-Provinz |
| b | Japanmeer-Provinz | d | Fossa magna-Provinz | | |

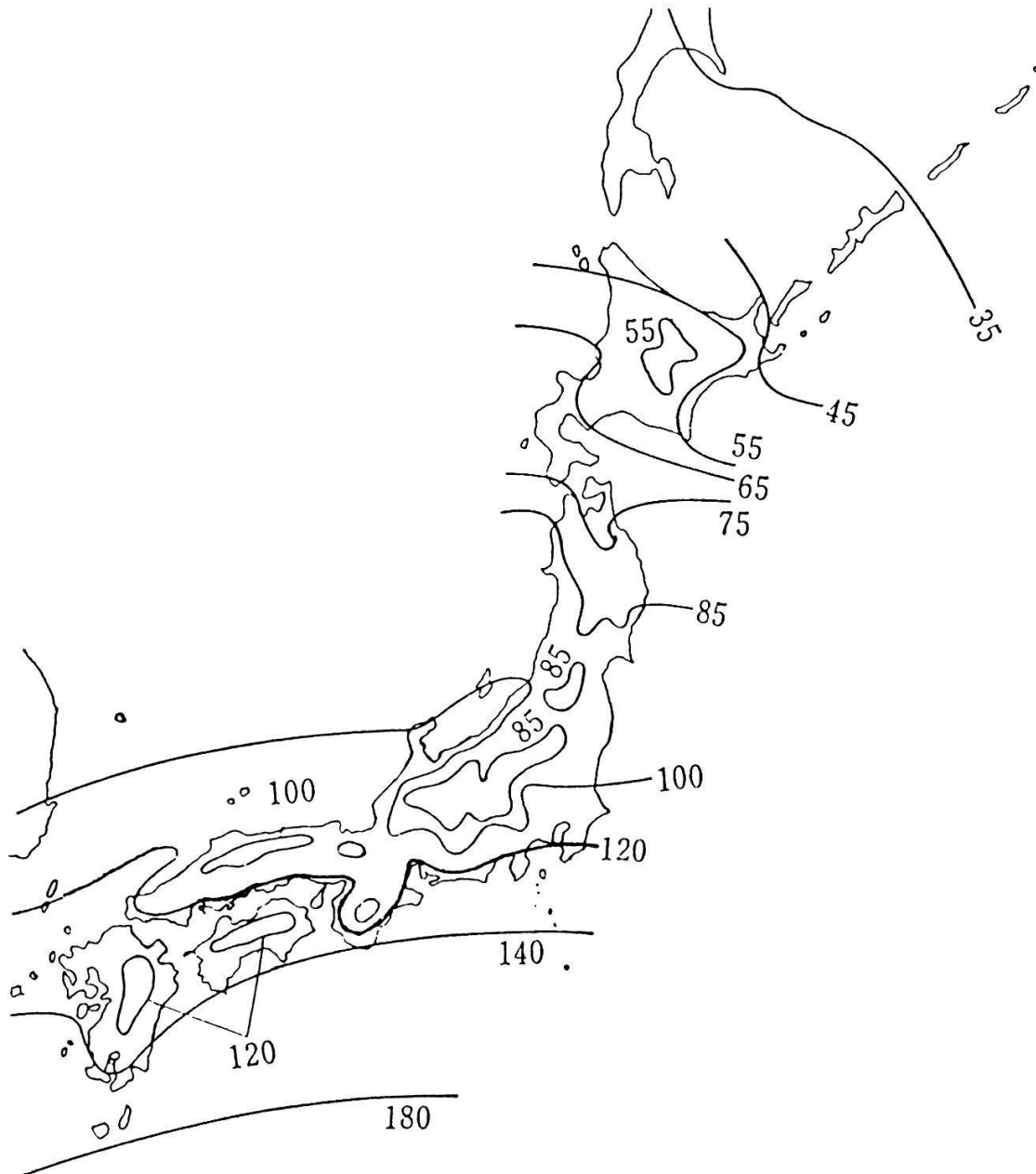


Abb. 2. Verlauf der Wärme-Indices auf den japanischen Inseln
(nach HOTTA 1974 und KIRA 1945, 1948, 1949)

Fig. 2. Course of the warmth indices on Japanese Islands
(after HOTTA 1974 and KIRA 1945, 1948, 1949)

2. FAGETEA CRENATAE-GEBIET: NEMORALE (TEMPERIERTE) ZONE

2.1. LAGE

Die nemorale Zone des Tieflandes beginnt in Japan etwa beim 39. Breitengrad (Tokohu in Nord-Honshu) und umfasst ganz Hokkaido. Die südlich davon gelegene warmtemperierte humide Zone dehnt sich längs des Küstengebietes, unter dem Einfluss des ozeanischen Klimas, als schmaler Streifen weiter nach Norden aus.

In den Gebirgen reicht die nemorale Zone als orotemperierte Zone, auch Sangaku-On-tai, montane Stufe oder tiefmontane Stufe genannt, bis zur Insel Yakushima, die etwa 70 km südlich von Kyushu liegt. Die untere Grenze der montanen Stufe liegt in Yakushima bei etwa 1200 m, in Shikoku bei etwa 900 m, in Tokai bei etwa 800 m, in Kanto bei 600 m und sinkt weiter gegen Norden (Abb. 6).

Für die montane Stufe in Japan gibt KIRA (1949) Wärme-Indices von 45-80°C an.

2.2. FLORA

Die Flora der nemoralen Zonen gehört zur sino-japanischen Flora und umfasst die Holzarten der japanischen sommergrünen Laubwälder wie Arten der Gattungen Fagus, Quercus, Castanea, Acer, Fraxinus, Prunus, Sorbus, Aesculus, Tilia, Viburnum, Lindera, Stewartia, Pseudocamellia, Symplocos, Enkianthus, Rhododendron, Lyonia, Pterocarya, Schizophragma, Pterostyrax, Euonymus, Sasa, Abies, Tsuga, Pinus, Thuja, Thujopsis, Chamaecyparis und Cryptomeria. Viele dieser Gattungen kommen auch in temperierten Zonen Europas und Nordamerikas vor, wo ozeanisches Klima herrscht. Die sino-japanischen Florenelemente, die sich im Miozän im Norden entwickelt haben, wurden auf den japanischen Inseln isoliert und haben sich endemisch differenziert. Die gegenwärtigen Taxa der Flora und die Syntaxa der Vegetation Japans wurden zusätzlich durch die Glazial-

zeiten während des Quartärs isoliert (KITAMURA 1957). Die sino-japanische Florenregion ist in Japan in vier Provinzen unterteilt: Hokkaido (Ezo)-Provinz, Japanmeer-Provinz, Pazifik-Provinz und Yakushima-Provinz. Sie entsprechen den Verbreitungsgebieten der Fagetea crenatae, die fast gleich sind (Abb. 1 und 3).

a. Hokkaido-Provinz

Die Nordgrenze der sino-japanischen Florenregion ist fast die gleich wie die Grenze der nemoralen Zone. Sie reicht nördlich von Hokkaido noch bis Sachalin. Die Südgrenze der Hokkaido-Provinz liegt zwischen dem Kuromatsummai-Tiefland (TATEWAKI 1961, KAWANO 1967) und dem Ishikari-Tiefland (KITAMURA 1957), wo eine Uebergangszone festzustellen ist (ITO 1981). Die nördliche Verbreitungsgrenze des Saso-Fagion crenatae verläuft durch das Kuromatsunai-Tiefland; weiter nördlich nehmen die nemoralen Pflanzen ab. Eine weitere Grenze bildet das Ishikari-Tiefland, wo Aesculus turbinata, Celtis jessoensis, Lindera umbellata var. membranacea, Prunus grayana, Callicarpa japonica, Lonicera gracilipes u.a. nicht mehr vorkommen. Die gegenwärtige Verbreitung der nemoralen Pflanzen reicht von Honshu nach Hokkaido, da während des Diluviums die beiden Inseln zeitweise über die Tsugaru-Meeresenge verbunden waren.

Wichtige Arten des Saso-Fagion crenatae-Verbandes, die im Kuromatsunai-Tiefland ihre nördliche Grenze haben sind:

<u>Fagus crenata</u>	<u>Hammamelis japonica</u>
<u>Diplazium squamigerum</u>	<u>Helwingia japonica</u>
<u>Pterocarya rhoifolia</u>	<u>Enkianthus campanulatus</u>
<u>Thujopsis dolabrata</u> var. <u>hondae</u>	<u>Clethra barbinervis</u>
<u>Laportea macrostachya</u>	<u>Rhododendron semibarbatum</u>
<u>Rodgersia podophylla</u>	<u>Cacalia farfaraefolia</u> var. <u>bulbifera</u>

Die nördlichen nemoralen Wälder im Ishikari-Tiefland sind artenarm und sie werden von Nadelhölzern wie Abies sachalinensis und Picea jezoensis begleitet. Auch der Unterwuchs besteht aus borealen Mantel- und Wiesenarten wie Ribes, Sambucus und Angelica.

b. Japanmeer-Provinz

Der Wintermonsun aus Sibirien bringt viel Schnee auf der Seite des Japanmeeres, und es gibt viel mehr Niederschläge im Winter als im Sommer.



Abb. 3. Verbreitung der Vegetationszonen der Fagetea crenatae-Gesellschaften in der sino-japanischen Florenregion

Fig. 3. Distribution of the vegetation zones of Fagetea crenatae in the Sino-Japanese floristic region

a Carpinio-Quercion grosseserratae
b Saso-Fagion crenatae

c Sasamorpha-Fagion crenatae
d Euryo-Cryptomerietum japonicae

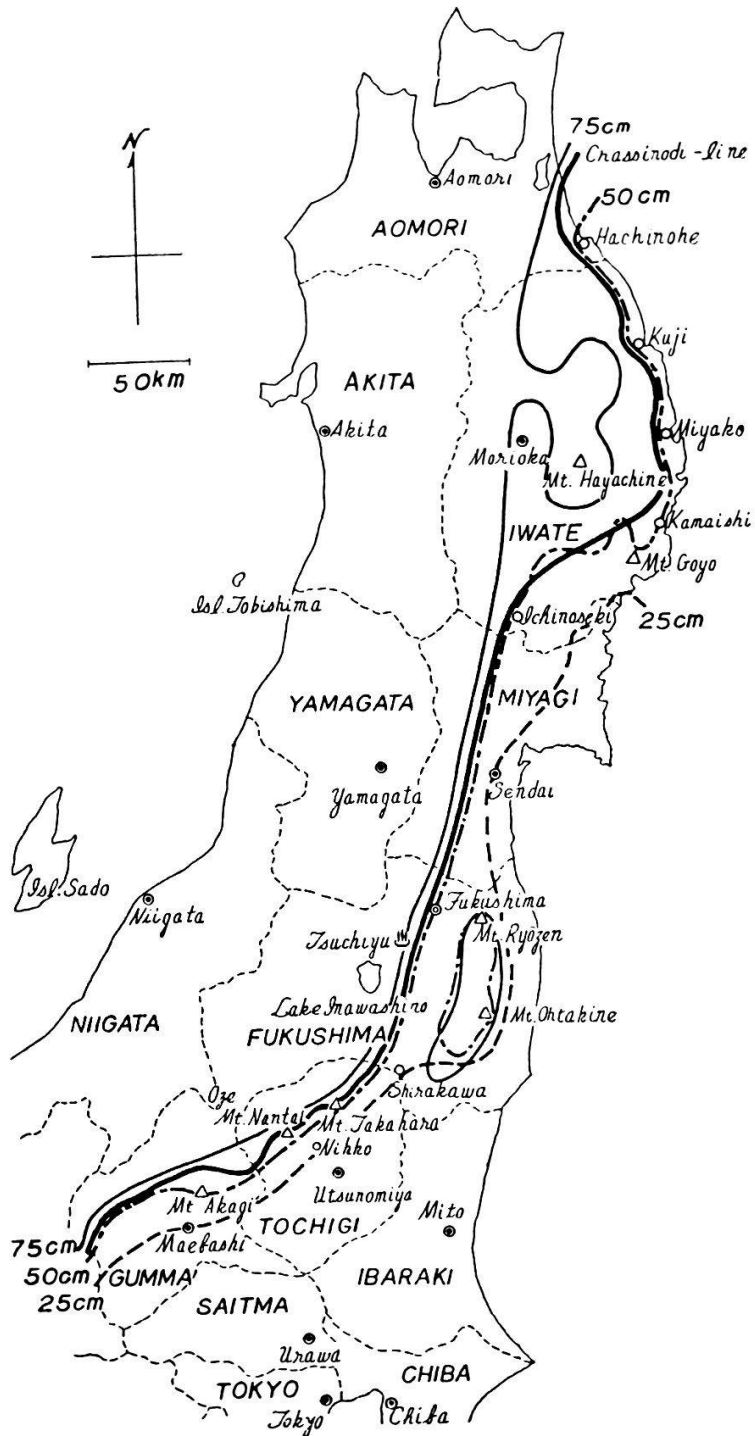


Abb. 4. Crassinodi-Linie (—) und die Linien der maximalen Schneehöhen von 25 cm (----), 50 cm (-·-) und 75 cm (—) (nach SUZUKI 1961)

Fig. 4. Crassinodi-lines (—) and the lines of the maximum snow heights of 25 cm (----), 50 cm (-·-) and 75 cm (—) (after SUZUKI 1961)

Dies steht im Gegensatz zum pazifischen Klima, wo im Winter wenig Schnee fällt. Das Japanmeer, das in der wärmeren Zeit des Quartärs durch die warmen Meeresströmungen zwischen Honshu und der Halbinsel Korea über die Tsuchima-Meerenge gebildet wurde, prägt das Klima, das seit dem Quartär auf die Vegetation der Japanmeer-Seite einen grossen Einfluss ausgeübt hat. Als Folge gibt es hier fast keine reliktschen endemischen Arten mehr. Neue endemische Arten haben ihren Ursprung in Arten der warmtemperierten humiden Zone oder der pazifischen Provinz. Immergrüne Sträucher im Unterwuchs stammen aus der Klasse der Camellietea japonicae. Sie haben säbelförmige, biegsame Stämme und sind über den Winter durch eine Schneedecke geschützt. Sasa kurilensis, S. megalophylla und S. palmata sind Japanmeer-Florenelemente, die im Winter mit einer Schneedecke von 50-75 cm bedeckt sind (Tab. 2). Sie werden auf der pazifischen Seite durch entsprechende Arten vertreten (Abb. 4).

Tab. 2. Japanmeer-Florenelement mit entsprechenden vikariierenden Arten
Table 2. Elements of the flora of Japanese Sea with vicarious species

Japanmeer-Florenelement	Vikariierende Taxa in der Pazifik-Provinz
a. Sommergrüne Pflanzen	
<i>Fagus crenata</i> (mit grosser Blattform) (Abb. 5)	<i>Fagus crenata</i> (mit kleiner Blattform) (Abb. 5)
<i>Lindera umbellata</i> var. <i>membranacea</i>	<i>Lindera umbellata</i>
<i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>megacarpa</i>	<i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i>
<i>Abelia spathulata</i> var. <i>stenophylla</i>	<i>Abelia spathulata</i>
<i>Hamamelis japonica</i>	<i>Hamamelis japonica</i> var. <i>obtusata</i>
<i>Viburnum plicatum</i> var. <i>glabrum</i>	<i>Viburnum plicatum</i> var. <i>tomentosum</i>
b. Immergrüne Pflanzen	
<i>Daphniphyllum macropodum</i> var. <i>humile</i>	<i>Daphniphyllum macropodum</i>
<i>Aucuba japonica</i> var. <i>borealis</i>	<i>Aucuba japonica</i>
<i>Camellia rusticana</i>	<i>Camellia japonica</i>
<i>Cephalotaxus harringtonia</i> var. <i>nana</i>	<i>Cephalotaxus harringtonia</i>
<i>Torreya nucifera</i> var. <i>radicans</i>	<i>Torreya nucifera</i>
<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>	<i>Ilex crenata</i>
<i>Ilex sugerokii</i> var. <i>brevipendunculata</i>	<i>Ilex sugerokii</i> var. <i>longipendunculata</i>

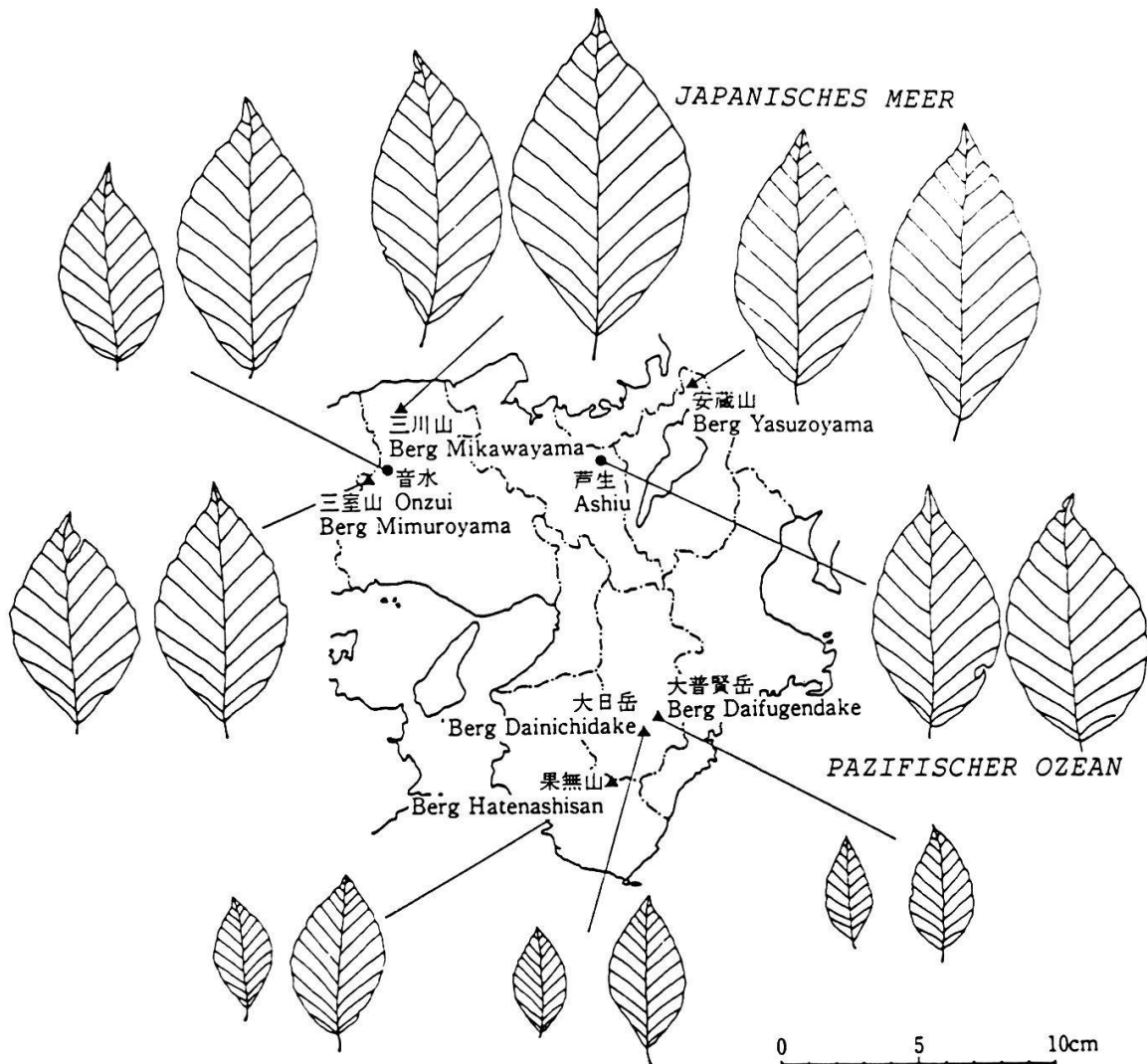


Abb. 5. Blattformen von Fagus crenata im Kinki-Distrikt
(nach NAKAMURA 1984)

Fig. 5. Leaf forms of Fagus crenata in the Kinki District
(after NAKAMURA 1984)

c. Pazifik-Provinz

Das Klima der pazifischen Seiten hat viel Niederschläge im Sommer und wenig im Winter (im jährlichen Durchschnitt über 1600 mm). Im Winter gibt es im Innern von Honshu viele sonnige Tage, der jahreszeitliche Wechsel der Temperatur ist gross, und es fallen wenig Niederschläge (900 mm im Jahr). Es herrscht eher ein kontinentales Klima. Zur pazifischen

Flora der Wälder gehören Abies firma, A. homolepis, Stewartia monadelphica, Fagus japonica, Acer crataegifolium, Betula schmidtii, Carpinus tschonoskii, Rhododendron quinquefolium, Callicarpa mollis, Cacalia tebakoensis, Miricacalia makineana, Anemonopsis macrophylla, Sasa borealis, S. nipponica u.a. Die pazifische Flora hat eine floristische Verbindung mit dem kontinentalen Korea und China. Es kommen besonders viele Arten aus der unteren montanen Stufe und der nemoralen Zone des Innern vor.

Arten der pazifischen Flora, die auch in Korea und China vorkommen, sind:

Meliosma myriantha	Ostrya japonica	Viburnum erosum
Lindera obtusiloba	Betula schmidtii	Pourthiaea villosa
Sapium japonicum	Styrax shiraiana	Syneilesis palmata
Stephanandra incisa	Carpinus tschonoskii	Callicarpa mollis

d. Yakushima-Provinz

Die alte Vulkaninsel Yakushima, die etwa 70 km südlich von Kyushu am 30. Breitengrad liegt, reicht bis 1935 m ü.M. (Berg Miyanoura-dake). Yakushima bildet die südliche Grenze der sino-japanischen Florenregion. Die folgenden Taxa kommen meistens in der montanen oder Fagetea crenatae-Stufe vor (zwischen 1100-1800 m ü.M.). Es gibt keine südlichere japanische Insel mehr, die Berge über 1000 m ü.M. aufweist und noch in der orotemperierten Zone liegen würde (MIYAWAKI 1980, SASAKI 1980).

Wichtige Arten der sino-japanischen Florenregion der Insel Yakushima:

Viburnum furcatum	Clethra barvinervis	C. serratus
Acer rufinerve	Rhododendron semibarbatum	Carpinus laxiflora
A. sieboldianum	R. paniculatum	Hydrangea petiolaris
Cornus kousa	Chloranthus japonicus	

Die Insel Yakushima hat Jahresniederschläge bis über 4000 mm. Spontan wachsen noch heute dort die immergrünen Holzarten Cryptomeria japonica, Chamaecyparis obtusa, Abies firma, Tsuga sieboldii, Trochodendron aralioides, Illicium religiosum, Rhododendron metternichii var. yakushimanum und Rhododendron keiskei, die mischwaldartig die Schlussgesellschaft der montanen Stufe bilden. Die sommergrünen Arten des sino-japanischen Florenelementes wachsen dort meistens als Epiphyten. Deshalb gehört die Insel Yakushima floristisch zur sino-japanischen Florenregion, beherbergt aber keine sommergrünen Wälder mehr.

2.3. VEGETATION

Die Vegetation der nemoralen Zone in Japan gehört syntaxonomisch und klimatisch zur Klasse Fagetea crenatae. Die kennzeichnenden Gattungen sind drei Gruppen zugeordnet. Die erste Gruppe enthält gleiche Gattungen wie Nordamerika, z.B. Pieris, Menziesia, Stewartia, Lyonia, Chamaecyparis, Thujopsis, Epigeia, Shortia. Die zweite Gruppe umfasst Gattungen aus Ostasien, wie Pterocalya, Sasa, Schizophragma, Cercidiphyllum, Enkianthus, Pterostyrax, Ainsliaea, Pertya. Die dritte Gruppe schliesslich hat gemeinsame Gattungen mit der nemoralen Zone der gesamten Nordhalbkugel, z.B. Fagus, Acer, Quercus, Carpinus, Fraxinus, Ulmus, Euonymus, Viburnum. Die Fagetea crenatae enthalten in Japan aber viele endemische Arten, weil die Flora auf den Inseln seit dem Miozän eine eigene Entwicklung durchmachte.

Wichtige Arten der Klasse Fagetea crenatae sind:

<u>Fagus crenata</u>	<u>Fraxinus spaethiana</u>	<u>Pterocarya rhoifolia</u>
<u>F. japonica</u>	<u>Tilia japonica</u>	<u>Enkianthus campanulatus</u>
<u>Acer japonicum</u>	<u>Aesculus turbinata</u>	<u>E. cernuus</u>
<u>A. sieboldianum</u>	<u>Menziesia ciliicalyx</u>	<u>Pterostyrax hispida</u>
<u>A. rufinerve</u>	<u>M. multiflora</u>	<u>P. corymbosa</u>
<u>A. distylum</u>	<u>Carpinus japonica</u>	<u>Pertya scandens</u>
<u>A. palmatum</u>	<u>Pieris japonica</u>	<u>Thuja standishii</u>
<u>A. crataegifolium</u>	<u>Stewartia pseudo-camellia</u>	<u>Thujopsis dolabrata</u>
<u>A. micranthum</u>	<u>Lyonia ovalifolia</u>	<u>Chamaecyparis obtusa</u>
<u>Fraxinus lanuginosa</u>	<u>var. elliptica</u>	

Die Klasse Fagetea crenatae umfasst die folgenden vier Ordnungen: Saso-Fagetalia, Quercetalia serrato-grosseserratae, Fraxino-Ulmetalia, Pinetalia pentaphyllae. Die Saso-Fagetalia-Gesellschaften bilden die Klimax-Vegetation der nemoralen Zone mit dominierender Fagus crenata und meistens Sasa spp. im Unterwuchs. Diese Ordnung hat zwei Verbände, das Sasamorphyto-Fagion crenatae (Pazifik-Seite) und das Saso-Fagion crenatae (Japanmeer-Seite). Die beiden Verbände sind durch Sasa-Arten und durch den immergrünen Unterwuchs getrennt. Sasa kurilensis, S. palmata und S. megalophylla des Saso-Fagion crenatae haben ihre Winterknospen in höher über dem Boden als S. nipponica und S. borealis des Sasamorphyto-Fagion crenatae. Das ist die Folge der höheren Schneedecke auf der pazifischen Seite, unter der die Winterknospen geschützt sind (SUZUKI 1961). Das gleiche gilt für den immergrünen Unterwuchs (siehe Tab. 2). Das Saso-Fa-

gion crenatae, dessen charakterische Arten neo-endemisch sind, hat sich nach dem Dilluvium unter dem Einfluss der unterschiedlichen Klimabedingungen der Japanmeer-Seite aus dem Sasamorpho-Fagion entwickelt. Die ökologische Grenze der beiden Verbände wird von der winterlichen mittleren Schneehöhe von 50-75 cm gebildet (Abb. 4). Das Saso-Fagion crenatae hat weniger Assoziationen und weniger Arten, die auch auf dem Kontinent vorkommen, als das Sasamorpho-Fagion crenatae.

Die Ordnung Fraxino-Ulmetalia bildet die Schlussvegetation in Schluchten und enthalten drei Verbände: das Pterocaryion rhoifoliae mit dominierender Pterocarya rhoifolia und Fraxinus spaethiana, das Ulmion davidianae mit dominierenden Ulmus davidiana und U. laciniata und das Eupteleion polyandrae mit dominierender Euptelia polyandra. Kennarten der Fraxino-Ulmetalia umfassen einige endemische Arten wie Pterocarya rhoifolia und Fraxinus spaethiana. Indessen kommen mehr Arten auch in kontinentalen Ländern wie Korea und China vor, z.B. Fraxinus mandschurica var. japonica, Syringa reticulata, Phellodendron amurense, Cercidiphyllum japonicum, Ulmus davidiana, U. laciniata, Zelkova serrata, Hovenia dulcis, Pterostyrax corymbosa, Staphylea bumalda und Schisandra chinensis.

Die Ordnung Pinetalia pentaphyllae als Pedo-Klimaxvegetation besteht aus dem Verband des Chamaecyparidion obtusae. Dominierende Baumarten sind immergrüne Nadelhölzer wie Chamaecyparis obtusa, Thuja standishii, Thujaopsis dolabrata, Cryptomeria japonica oder Sciadopitys verticillata, deren Vorfahren aus der Jura-, Kreide- und Paläozän-Periode stammen, die aber in Japan erst im Miozän entstanden sind (HOTTA 1974). In der Strauch- und Krautschicht wachsen Rhododendron metternichii ssp., R. keiskei, Trochodendron aralioides, Leucothoe keiskei, Ilex sugerokii, Shortia uniflora, Epigeia asiatica, Tripterosperrum japonicum, Struthiopteris amabilis, Mitchella undulata und Plagiogyria matsumureana als immergrüne Pflanzen. Viele Gattungen haben syntaxonomische Verbindungen mit Nordamerika. Gegenwärtig wird die Ordnung Pinetalia pentaphyllae, ein Relikt aus Japan, zur Fagetea crenatae gestellt, obwohl man in den typischen Beständen der Pinetalia (Euryo-Cryptomerietum japonicae auf der Insel Yakushima, Rhododendro makinoi-Chamaecyparidetum obtusae der pazifischen Seite, Ilici-Thujetum standishii auf der Japanmeer-Seite) fast keine sommergrünen Fagetea-Arten mehr finden kann.

Die meisten Quercetalia serrato-grosseserratae-Gesellschaften breiten sich als Sekundärwälder im Fagetea- bis Camellietea-Gebiet aus, da sie ihr physiologisches Optimum in beiden Klassen-Gebieten erreichen. Be-

stände der Quercetalia-Gesellschaften hatten ihr ökologisches Optimum ursprünglich entweder an Steilhängen oder im kontinentalen Innern, wo die Gesellschaften der Saso-Fagetalia crenatae und der Camellietea japonicae nicht mehr gedeihen können. Paläo-Vegetationen der Quercetalia haben sich unter dem Einfluss des grossen zeitlichen Klimawechsels oder der Vulkanismus entwickelt. Die Pollenanalyse zeigt steigende Pollenanteile der Quercus- und Carpinus-Arten in der Uebergangszeit des Klimawechsels während des Postglazials und später steigende Pollenanteile der Fagus-Arten (TSUKADA 1974). Die Ordnung Quercetalia serrato-grosseserratae umfasst drei Verbände: Carpino-Quercion serratae, Pruno-Quercion mongolicae-grosseserratae und Pinion densiflorae. Charakteristische Bäume sind Quercus serrata, Q. dentata, Castanea crenata, Fagus japonica, Pinus densiflora, Abies firma, Carpinus tschonoskii, C. japonica, C. laxiflora, Betula grossa, B. tauschii und Kalopanax pictus.

3. VACCINIO-PICEETEA-GEBIET: BOREALE ZONE

Die boreale Zone, Hoppo-tai, konnte sich in Japan nicht entwickeln. Die Wärme-Indices von 35-45^oC zeigen eine bionemorale Grenze zwischen der nemoralen und der borealen Zone. Diese Linie liegt auf der Halbinsel Nemuro im nordöstlichen Hokkaido, wo sich die nemorale Zone noch als "pan mixed forest zone" ausdehnt (TATEWAKI 1955, 1956, 1957). Die eigentliche Grenze der borealen Zone müsste durch das Meer gezogen werden und etwas südlich der floristischen Schmit-Linie und der Miyabe-Linie liegen.

Die oroboreale Zone, Sangaku-Hoppo-tai, entspricht der subalpinen Stufe in Japan. Ihre südliche Grenze liegt auf dem Berg Ishizuchi in Shikoku, wo sie noch oberhalb 1800 m ü.M. vorkommt. Auf dem Berg Miyanouradake der Insel Yakushima wachsen reliktiertig einige boreale Pflanzen wie Lycopodium chinense, Deschampsia flexuosa und Viola biflora unter bestimmten Bedingungen, bilden aber keine eigentliche subalpine Stufe mehr. Die untere Grenze der subalpinen Stufe sinkt nach Norden, sie liegt in den japanischen Alpen bei etwa 1650 m ü.M. und in Hokkaido bei etwa 500 m ü.M. (Abb. 6).

Die Wärme-Indices zeigen in Japan für die subalpine Stufe den Bereich von 15-45°C an.

3.1. FLORA

Die Flora der oroborealen Zone stammt aus Nadelwäldern, sommergrünen Niederwäldern, Hochstaudenfluren, Schneetälchen-Vegetationen und Hochmooren. Japanische endemische Arten sind zahlreich in den Nadelwäldern der klimatischen Klimaxvegetation und werden spärlicher in Gebüsch- und Moorvegetationen. Die zirkumpolaren Arten zeigen gegenteilige Tendenz. Die Flora der subalpinen Stufe entstand während der Orogenese in inselartigen Gebieten vor und nach dem Miozän aus tertiär-zirkumpolaren Elementen (MURATA 1977). Durch die Glazialzeiten während des Diluviums, als

Tab. 3. Endemische und zirkumpolare Arten der Nadelwälder der oroborealen Zone Japans
Table 3. Endemic and circumpolar species of the coniferous forests in the oroboreal zone of Japan

* bis Sachalin, Kurilskiye, ** bis Kurilskiye

Endemische Arten	Zirkum-polare Arten
<i>Abies mariesii</i>	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
<i>A. veitchii</i>	<i>Linnaea borealis</i>
<i>A. sachalinensis*</i>	<i>Pyrola secunda</i>
<i>Picea jezoensis</i> var. <i>hondoensis</i>	<i>Listera cordata</i>
<i>P. koyamae</i>	<i>L. pinetorum</i>
<i>P. shirasawae</i>	<i>Trientalis europaea</i>
<i>Tsuga diversifolia</i>	<i>Oxalis acetosella</i>
<i>Vaccinium yatabei</i>	<i>Platanthera ophrydioides</i>
<i>V. smallii*</i>	<i>Goodyera repens</i>
<i>Menziesia pentandra*</i>	<i>Coptis trifolia</i>
<i>Chiogenes japonica</i>	<i>Phegopteris connectilis</i>
<i>Coptis quinquefolia</i>	<i>Dryopteris austriaca</i>
<i>Rubus ikenoensis</i>	<i>Sphagnum girgensohnii</i>
<i>Cacalia adenostyloides</i>	<i>Hylocomium splendens</i>
<i>Pyrola alpina**</i>	<i>Pleurozium schreberi</i>
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	<i>Pogonatum japonicum</i>
<i>Pedicularis keiskei</i>	<i>Dicranum majus</i>
<i>Pteridophyllum racemosum</i>	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>
<i>Pseudobryum speciosum</i>	<i>Lobaria linita</i>

Honshu, Hokkaido und Sachalin mit weiter nördlicheren Gebieten zusammenhängen, kamen zirkumpolare Elemente nach Süden (Tab. 3). Sie bildeten gemäss Pollenanalysen eine Park-Tundra (TSUKADA 1984).

Die Flora der subalpinen Stufe gehört innerhalb der sino-japanischen Florenregion drei Provinzen an: der Hokkaido-, der Japanmeer- und der Pazifik-Provinz.

a. Hokkaido-Provinz

Die Flora der Hokkaido-Provinz ist ärmer als jene von Honshu (Japanmeer- und Pazifik-Provinz). Kennzeichnende Arten gegenüber Honshu sind Abies sachalinensis, Picea jezoensis, P. glehnii, Weigela middendorffiana, Athyrium sinense und Aconitum gigas, von denen Picea glehnii, Weigela middendorffiana und Athyrium sinense an einigen Stellen von Nord-Honshu isoliert vorkommen.

Während der Glazialzeiten wurde durch die Verschlechterung des Klimas und die Ausdehnung der Gletscher die paläoboreale Vegetation von Hokkaido zu einem grossem Teil verdrängt (TSUKADA 1984). Im Alluvium hat sich dann die boreale Vegetation wieder ausgedehnt, aber viele Arten sind ausgestorben.

b. Japanmeer-Provinz

Die Flora der Japanmeer-Provinz ist durch Arten von Gebüsch, feuchten Wiesen und Mooren charakterisiert: Vaccinium shikokianum, Coptis trifoliolata, Plantago hakusanensis, Primula cuneifolia var. hakusanensis, Primula nipponica, Rhododendron nipponicum, Carex aphyllopus, Leontopodium fauriei, Glaucidium palmatum, Paris japonica, Rubus vernus und auch noch geographisch differenzierte Cirsium- und Saussurea-Arten. Gegenüber der Pazifik-Provinz enthält sie Arten wie Fauria crista-galli, Geum pentapetalum, Carex pyrenaica, Phyllodoce aleutica, Trientalis europaea var. arctica, Vaccinium ovalifolium, Harrimanella stelleriana, Sibbaldia procumbens, Carex flavocuspis, die teilweise auch in Nordamerika oder Arhuschan vorkommen (in schneereichen, ozeanischen Gegenden).

Die Japanmeer-Provinz der subalpinen Stufe reicht von Tohoku bis Chubu, wo der südlichste Ort auf dem Berg Hakusan (2702 m; Präf. Ishikawa) liegt.

c. Pazifik-Provinz

c.1. Chubu

Chubu, in den japanischen Alpen, mit über zehn Bergen die höher als 3000 m sind, ist eine Gegend die reich an endemischen Arten ist, insbesondere in den Gebirgen Chichibu, Yatsugatake und Akaishi. Für die Japanmeer-Provinz sind Arten von Gebüsch, feuchten Wiesen und Mooren charakteristisch. Dagegen ist die Flora der Pazifik-Provinz gekennzeichnet durch Arten aus der klimatischen Klimaxvegetation der Vaccinio-Piceetea, wie Picea koyamae, P. shirasawae, P. maximowiczii und Pedicularis keiskei.

Die Grenzlinie zwischen Pazifik- und Japanmeer-Provinz liegt auf dem Berg Norikura im Hida-Gebirge, weiter nördlich auf dem Berg Kusatsushirane und weiter östlich auf dem Berg Monomi im Oze-Gebirge.

c.2. Halbinsel Kii und Shikoku

Die Halbinsel Kii und die Insel Shikoku liegen fast an der südlichen Grenze der oroborealen Zone Japans. Es gibt keine Berge mehr über 2000 m. In diesen Gebieten wird die Flora der borealen Zone ärmer und isoliert; es mischen sich viele Arten aus der nemoralen Zone bei.

Arten, die ihre südliche Verbreitungsgrenze in Chubu haben, sind:

Abies mariesii	Coptis trifolia	Lonicera tschonoskii
Streptopus streptopoides	Rubus ikenoana	Euonymus tricarpum
Vaccinium yatabei	Trollius japonicus	Sorbus matsumurana
V. smallii	Alnus maximowiczii	Prunus nipponica
V. ovalifolium	Pedicularis yezoensis	

Auf dem Berg Higashiakaishi-dake aus Serpentin und auf dem Berg Tsurugi-san aus Kalk (beide auf Shikoku), kommen isoliert Arten der zirkumpolaren Flora vor: Vaccinium vitis-idaea, Phyllodoce nipponica und Cornus canadensis (Berg Higashiakaishi-dake), Cystopteris fragilis und Asplenium viride (Berg Tsurugi-san).

3.2. VEGETATION

Die Vegetation der subalpinen Stufe Japans wird den Klassen Vaccinio-Piceetea, Betulo-Ranunculetea und Oxycocco-Sphagnetea zugeordnet. Die Klasse Oxycocco-Sphagnetea entwickelt sich auch in der nemoralen Zone, z.B. im Ozegahara-Moor in Honshu oder im Kushiro-Moor in Hokkaido.

Die Kennarten der Klasse Vaccinio-Piceetea Japans sind meistens zirkumpolare Kräuter und Moose.

Wichtige Kennarten der Vaccinio-Piceetea sind:

<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	<i>Trientalis europaea</i>	<i>Sphagnum girgensohnii</i>
<i>Linnaea borealis</i>	<i>Oxalis acetosella</i>	<i>Hylocomium splendens</i>
<i>Pyrola secunda</i>	<i>Platanthera ophrydioides</i>	<i>Pleurozium schreberi</i>
<i>Listera cordata</i>	<i>Goodyera repens</i>	<i>Dicranum majus</i>
<i>L. pinetorum</i>	<i>Phegopteris connectilis</i>	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>

Die Klasse Vaccinio-Piceetea enthält zwei Ordnungen: Vaccinio-Pinetalia (Gebüsche) und Abieti-Piceetalia (Wälder). Die Ordnung Vaccinio-Pinetalia zeigt eine teppichartige Physiognomie in der oberen subalpinen Stufe. In Mittel-Honshu beginnt diese Stufe oberhalb 2400 m ü.M. Charakteristische Arten der Ordnung Vaccinio-Pinetalia sind *Pinus pumila*, *Rhododendron aureum* und *Ptilium crista-castrensis*. Ihre Verbreitungsareale reichen nördlich bis Nordkorea und Ostsibirien (TIKHOMIROV 1946).

Die Verbreitungsareale der Abieti-Piceetalia-Gesellschaften dehnen sich auf die Halbinsel Korea aus und weiter nördlich entlang des Ochotskischen Meeres bis Kamtschatka (OHBA 1982). Charakteristische Arten sind *Pinus koraiensis*, *Ehippianthus schmidtii*, *Pyrola renifolia*, *Cornus canadensis*, *Coptis trifolia*, *Streptopus streptopoides*, *Pogonatum grandifolium* und *Rhizomnium nudum*, mit Verbreitungsarealen in Korea, Ostsibirien, Sachalin, Katschatka und weiter östlich bis Alaska. Die Ordnung Abieti-Piceetalia umfasst in Hokkaido und Nachbarinseln das *Piceion jezoensis*, das durch *Picea jezoensis*, *P. glehnii* und *Abies sachalinensis* gekennzeichnet ist, und in Honshu und Shikoku das endemische *Abietion mariesii*, charakterisiert durch *Abies mariesii*, *A. veitchii*, *Picea jezoensis* var. *hondoensis*, *Tsuga diversifolia*, *Vaccinium yatabei*, *Chiogenes japonica*, *Coptis quinquefolia*, *Cacalia adenostyloides*, *Streptopus streptopoides* var. *japonicus* und *Pseudobryum speciosum*. *Picea jezoensis* und *Abies sachalinensis* treten im *Piceion jezoensis* aber auch in die nemora-

le Zone ein, die dann "pan-mixed forest zone" genannt wird. Picea glehnii dominiert in Steilhang-Wäldern und Sümpfen. Isoliert kommt sie auch an einer Stelle in Nordhonsu auf dem Berg Hayachine auf Serpentin vor (ISHIZUKA 1961).

In der Baumschicht des Abietion mariesii in Honshu und Shikoku sind ausser Pinus koraiensis endemische Arten vertreten. In der Krautschicht kommen vor allem zirkumpolare Arten vor, wie Coptis trifolia, Vaccinium vitis-idaea oder Trientalis europaea, die auch in Saum-, Mantel- und Moorgesellschaften hineinwachsen. Die Gesellschaften des Abietion mariesii sind vorwiegend auf der pazifischen Seite verbreitet. In den schneereichen Gebieten der Japanmeer-Seite kommt eine regionale Assoziation des Abietetum veitchio-mariesii vor, das Abietetum mariesii. Nach pollenanalytischen Ergebnissen entwickelten sich im Tohoku-Gebiet nach der letzten Eiszeit zwischen 1500 und 3000 m ü.M. wieder boreale Nadelwälder (MIURA und YAMANAKA 1980, MORITA 1982, 1984). Die Verbreitungsareale des Abietetum veitchii, das eine regionale Assoziation des Abietetum veitchio-mariesii ist, sind isoliert auf der Halbinsel Kii und Shikoku. Regionale Trennarten sind Luzula rufescens, Acer australe und Carex fernaldeana, die auch in Korea und China vorkommen.

Die Klasse Betulo-Ranunculetea enthält die gleichen oder ähnliche Arten wie die nordamerikanische Klasse Alno-Veratretea eschscholtzii und die europäische Klasse Betulo-Adenostyletea: Polygonum bistorta, Viola biflora, Senecio nemorensis, Rumex arifolius, Milium effusum, Athyrium distentifolium, Anemone narcissiflora, Streptopus amplexifolius und Thalictrum aquilegifolium (NAKAMURA 1986). Die Klasse Betulo-Ranunculetea umfasst zwei Ordnungen: Streptopo-Alnetalia maximowiczii (Niederwald) und Trollio-Ranunculetalia acris-japonici (Hochstaudenflur). Die Betulo-Ranunculetea-Gesellschaften bilden eine Pedoklimax-Vegetation auf Lawinnenrutschen oder in Schneetälchen, wo lange und hohe Schneebedeckung typisch ist. Sie sind besonders ausgedehnt auf der Japanmeer-Seite.

Die Oxycocco-Sphagnetea-Gesellschaften sind in der nemoralen und borealen Zone weitverbreitet. Die japanischen Klassenarten sind Andromeda polifolia, Oxycoccus palustris, Eriophorum vaginatum und Drosera rotundifolia. Japanische Hochmoore entwickeln sich auf mesotrophen Standorten unter ozeanischem Klima und bilden keine deutlichen Bülden und Schlenken, verglichen mit europäischen Mooren. Die meisten Gesellschaften der Klasse Oxycocco-Sphagnetea gehören zu den Ordnungen Sphagnetalia compacti oder Eriophoro vaginati -Sphagnetalia papilloso. In diesen zwei Ord-

nungen stehen das Moliniopsis-Sphagnion papilloso und das Fauria crista-galli - Sphagnion compacti mit den regionalen Trennarten von Moliniopsis japonica, Narthecium asiaticum, Fauria crista-galli und Carex midden-dorffii. Die Sphagnetalia fusci, welche die kontinentalen oligotrophen Hochmoore bilden und für die Sphagnum fuscum und Rubus chamaemorus charakteristisch sind, kommen vor allem in Hokkaido vor. Ihre Bestände sind aber kleiner als jene der Ordnungen Sphagnetalia compacti und Eriophoro vaginati - Sphagnetalia papilloso.

4. CARICI RUPESTRIS - KOBRESIETEA BELLARDII-GEBIET: ALPINE STUFE

In Japan reicht die subalpine Stufe bis 3000 m ü.M. Die obere Grenze der subalpinen Stufe wird charakterisiert durch die Zone des Pinus pumila-Krummholzes, welche obere subalpine Stufe genannt wird. Ueber der Waldgrenze der Pinus pumila-Zone, wo auf den Strukturböden auch arktische Vegetation vorkommt, ist der Bereich der alpinen Stufe. Die Vegetation der Uebergangszonen, etwa 100 m breit zwischen oberer subalpiner und alpiner Stufe, wird durch ein topographisches Mosaik gebildet. In der alpinen Stufe beschränken sich die Pinus pumila-Zwergsträucher fleckenartig auf die Tälchen, die vor starkem Wind und Schnee geschützt sind. Die japanische alpine Stufe entwickelt sich in Hokkaido auf dem Berg Daiset-su-san (2290 m) und in Honshu auf dem Kita-dake (3192 m) und dem Fujisan (3776 m) (Abb. 6). Es gibt auch alpine Vegetationsareale, wo die Pedo-Klimax-Vegetation lokal streifenartig unter dem Einfluss von Serpinit oder durch starke Windwirkung auftritt, z.B. im Hida-Gebirge auf dem Shirouma-dake und dem Otensho-dake, im Akaishi-Gebirge auf dem Tekari-dake oder in Tohoku auf dem Hayachine (NAKAMURA 1987).

4.1. FLORA

Die Flora der alpinen Stufe besteht vorwiegend aus isolierten Arten der eurosibirischen Florenregion, der arktischen Zone oder aus japanischen endemischen Arten, die ihren Ursprung in den asiatischen kontinentalen Hochgebirgen haben (Tab. 4).

Tab. 4. Wichtige Arten der Flora der alpinen Stufe
Table 4. Important species of the flora of the alpine zone

Holarktische Arten	Endemische Arten
<i>Carex rupestris</i>	<i>Euphrasia insignis</i>
<i>Kobresia bellardii</i>	<i>E. insignis</i> var. <i>japonica</i>
<i>Lloydia serotina</i>	<i>E. matsumurae</i>
<i>Gentiana algida</i>	<i>Leontopodium fauriei</i>
<i>Artemisia glomerata</i>	<i>L. fauriei</i> var. <i>angustifolium</i>
<i>Loiseleuria procumbens</i>	<i>L. discolor</i>
<i>Vaccinium uliginosum</i>	<i>L. hayachinense</i>
<i>Diapensia lapponica</i> var. <i>obovata</i>	<i>L. shinanense</i>
<i>Empetrum nigrum</i>	<i>Callianthemum insigne</i> var.
<i>Silene uralensis</i>	<i>hondoense</i>
<i>Pedicularis verticillata</i>	<i>C. insigne</i> var. <i>miyabeanum</i>
	<i>Cerastium shizopetarum</i>

In der alpine Stufe des Berges Kitagake mit einer Höhenverbreitung von nur knapp 200 m kommen viele isolierte Arten vor.

Alpine Flora auf dem Berg Kita-dake (3192 m):

<i>Calamagrostis sesquifolia</i>	<i>Pedicularis verticillata</i>
<i>Trisetum spicatum</i>	<i>Gentiana algida</i>
<i>Kobresia bellardii</i>	<i>Lloydia serotina</i>
<i>Ptilagrostis mongholica</i>	<i>Silene wahlenbergella</i>
<i>Poa shinanoana</i> f. <i>vivipara</i>	<i>Artemisia glomerata</i>
<i>Carex atrata</i> var. <i>japonica</i>	<i>A. kikadakensis</i>
<i>C. tenuiformis</i>	<i>Callianthemum insigne</i> var. <i>hondoense</i>
<i>Hierochloa alpina</i>	<i>Saxifraga cernua</i>
<i>Dryas octopetala</i> var. <i>asiatica</i>	<i>Potentilla nivea</i>
<i>Polygonum viviparum</i>	

4.2. VEGETATION

Zur alpinen Vegetation von Japan gehören Gesellschaften der Klassen Cetrario-Loiseleurietae, Dicentro - Stellarietae nipponicae und Carici rupestris - Kobresietae bellardii. Einige Gesellschaften aus diesen Klassen kommen in niedrigeren Höhenlagen als Pedo-Klimax-Vegetation vor.

Die Zwergstrauch-Gesellschaften der Klasse Cetrario-Loiseleurietae bilden eine Ordnung und einen Verband. Verbreitungsareale des Arctericion mit den Kennarten Arctericia nana, Cassiope lycopodioides und Diapensia lapponica var. obovata reichen ausserhalb Honshu und Hokkaido von Sachalin über Kamtschatka bis Alaska. Das Arcterico-Loiseleurietum ist durch immergrüne Zwergsträucher und zahlreiche Flechten gekennzeichnet: das Arctoo-Vaccinietum uliginosi entwickelt sich an windexponierteren und trockneren Standorten als Arcterico-Loiseleurietum. Es kommt auf der Pazifik-Seite oberhalb 3000 m ü.M. vor.

Die Dicentro - Stellarietae nipponicae-Gesellschaften sind Halbwüstenvegetationen auf periglazialen Flächen in vulkanischer Wüste, an Erosionshängen oder in Schneetälchen (OHBA 1969). Charakteristische Gattungen sind Dicentra, Draba, Stellaria, Minuartia, Cerastium, Veronica, Lagotis, Viola und Deschampsia. Kennarten der Minuartietalia vernaе-japonicae und des Stellarion nipponicae (an Erosionshängen), des Violo - Polygonion ajanensis (in vulkanischer Halbwüste), des Cerastio - Minuartion vernaе japonicae (an Erosionshängen auf Serpentin in Honshu) und des Drabo - Arenarion katoanae (an Erosionshängen auf Serpentin in Nordhonshu und Hokkaido) sind: Campanula lasiocarpa, Carex stenantha, Stellaria nipponica, Polygonum weyrichii var. alpinum, Veronica schmidtiana, Artemisia pedunculosa, Sedum japonicum var. senanense, Dicentra peregrina, Lagotis glauca, Arabis serrata, Cerastium schizopetarum var. bifidum, Festuca ovina var. tateyamensis, Dianthus superbus var. speciosus und Draba japonica. Kennarten der Ordnung Saxifrago - Cardaminetalia nipponicae mit dem Saxifrago-Cardaminion nipponicae (in Schneetälchen) sind: Cardamine nipponica, Oxyria digyna und Saxifraga merkii var. idsuroei.

Die Carici rupestris - Kobresietae bellardii-Gesellschaften sind alpine Rasenvegetationen. Sie sind charakterisiert durch die holarktischen Klassenkennarten Carex rupestris, Kobresia bellardii, Lloydia serotina, Gentiana algida, Hierochloe alpina, Potentilla nivea, Tofieldia coccinea

und Artemisia glomerata. Sie enthalten die Ordnung der Caricetalia tenuiformis und drei Verbände: das Oxytropidion japonicae im Chubu-Bergland, das Leontopodion hayachinensis in Nordhonschu und das Bupleuro-Caricion tenuiformis in Hokkaido (OHBA 1974). Die Verbreitungsareale der Caricetalia tenuiformis-Gesellschaften reichen nördlich über Sachalin, Sibirien, Kamtschatka, Aleuten bis nach Alaska.

Die Assoziationen sind regional getrennt und ihre Kennarten endemisch in Japan. Sie stammen ursprünglich aus dem kontinentalen Asien (z.B. Leontopodium hayachinensis im Leontopodietum hayachinensis auf dem Berg Hayachine, L. fauriei im Leontopodietum fauriei auf dem Berg Ihde und Asachi und L. shinanensis im Leontopodietum shinanensis auf dem Berg Kiso-Komagatake). Holarktische Taxa sind meistens Kennarten der höheren Einheiten oder sie bilden regionale Trennarten.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf den japanischen Inseln entspricht die horizontale Gliederung der Vegetationszonen fast vollständig den vertikalen Stufen, weil die jährliche Niederschlagsmenge über 900 mm liegt (Abb. 6). Die Vegetation der Klasse Fagetea crenatae bildet meistens die orotemperierte montane Stufe und reicht nordwärts bis zum 40. Breitengrad in Nord-Honshu (Abb. 7). Das Gebiet nördlich des 40. Breitengrades mit Wärmeindex <85 und ganz Hokkaido gehören zur nemoralen Zone. In Hokkaido haben die Pflanzengesellschaften der Klasse Fagetea crenatae und der Ordnung Saso-Fagetalia ihre Verbreitungsgrenze im Kuromatsunai-Tiefland. Die gleiche Grenze trennt Japanmeer- und Hokkaido-Provinz (Abb. 1 und 3). Die Klasse der Fagetea crenatae, die viele japanische endemische Arten umfasst, besitzt ihr Verbreitungszentrum nicht in der nemoralen Zone sondern in der montanen Stufe in Honshu.

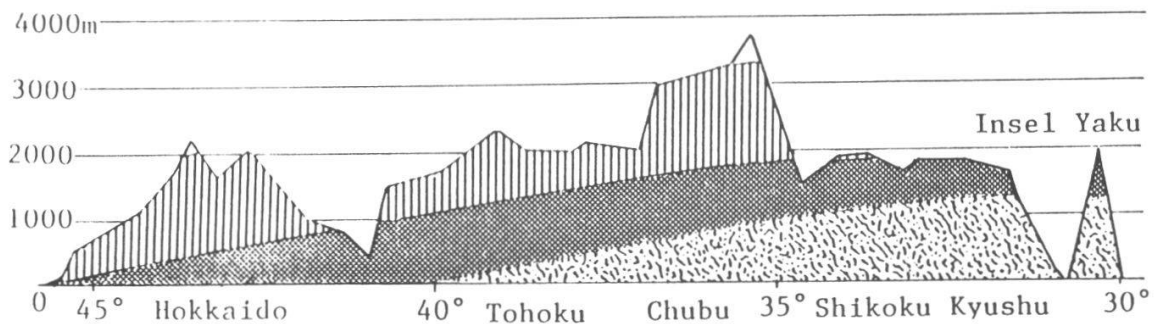


Abb. 6. Vertikaler Verlauf der Vegetationszonen auf den japanischen Inseln

Fig. 6. Vertical course of the vegetation zones on the Japanese Islands

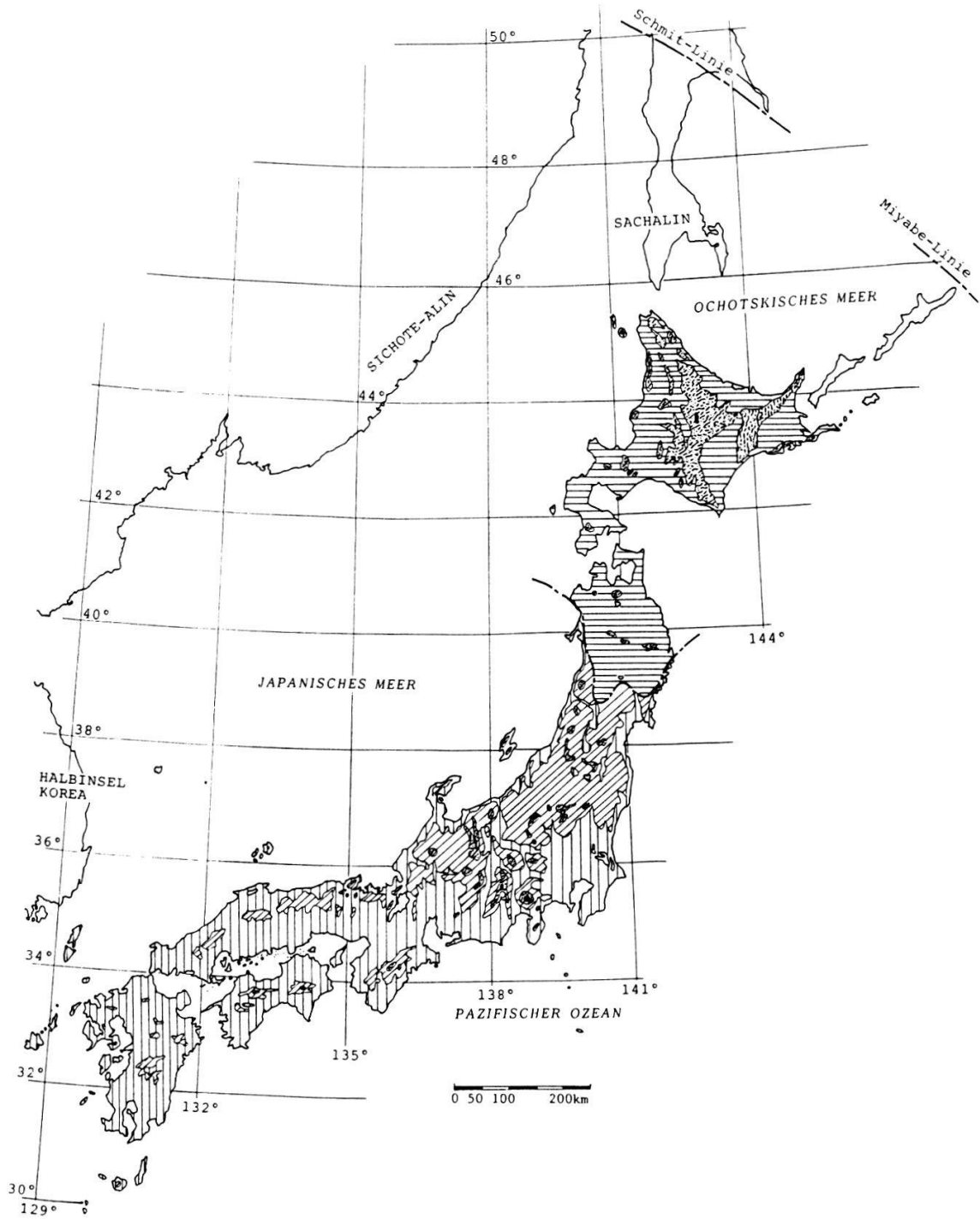


Abb. 7. Bioklimatische Vegetationszonen auf den japanischen Inseln
Fig. 7. Bioclimatic vegetation zones on the Japanese Islands

- alpine Zone
- ▨ oroboreale Zone
- ▬ nemorale und orotemperierte Zone
- ▧ orotemperierte Zone
- ▮ warmtemperierte und orowarmtemperierte Zone

Tab. 5. Gliederung der Florenregionen und Vegetation auf den japanischen Inseln
 Table 5. Classification of the floristic regions and the vegetation on the Japanese Islands

Florenregion	Geobiosphäre				Vegetation
	Horizontale Verbreitung	Wärme-Index	Vertikale Verbreitung	Wärme-Index	
Sino-japanische Florenregion	Warmtemperierte Zone	180-85	Kolline Stufe	180-85	Camellieta japonicae, Comandretalia ramondioidis
	Nemorale Zone	85-(45-35)	Montane Stufe (orotemperierte Zone)	85-45	Fageta crenatae, Potentilletalia dickinsii
Eurosibirische Florenregion	Boreale Zone	(45-35)-15	Subalpine Stufe (oroboreale Zone)	45-	Vaccinio-Piceetea, Betulo-Ranunculetea, Oxycocco-Sphagnetea, Juncetalia maximowiczii
Arktische und subarktische Florenregion	Arktische Zone	15-0	Alpine Stufe		Carici rupestris - Kobresietea bellardii, Cetrario-Loiseleurietea, Dicrostro-Stellarietea nipponicae

Die südliche Grenze der borealen Zone liegt in Sachalin. Die Vegetationen der borealen Zone umfassen in Japan vor allem Vaccinio-Piceetea- und Betulo-Ranunculetea-Gesellschaften. Die japanischen Vertreter dieser Klassen sind meistens auf die oroboreale subalpine Stufe in Honshu und Hokkaido beschränkt und sind, wie die Gesellschaften der Klasse Fagetea crenatae, endemisch auf den japanischen Inseln. Nur das Piceion jezoensis erreicht Süd-Sachalin, das bereits zur borealen Zone gehört. Die Taxa und Syntaxa der Ordnung Abieti-Piceetalia und der Klasse Betulo-Ranunculetea haben offenbar auf den japanischen Inseln seit dem Miozän eine eigene Entwicklung durchgemacht. Dagegen haben die Vaccinio-Pinetalia-Gesellschaften ihr Verbreitungszentrum in Ostsibirien und besitzen nur wenige japanische endemische Arten. Die Pflanzengesellschaften der Ordnung Vaccinio-Pinetalia bilden die obere subalpine Stufe. Der charakteristische Zwergstrauch Pinus pumila stammt aus Sibirien und entwickelte sich anfangs Diluvium. Ebenfalls aus der holarktischen Zone stammt die alpine Vegetation, die vor allem auf den Bergen Taisetsu, Kitadake und Fujisan vorkommt.

Die Beziehungen zwischen Florenregion, Vegetationszonen und dem System der Pflanzengesellschaften sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

SUMMARY

Based on plant sociology, the relationship between the floristic plant geography and the vegetation zone was carried out.

The Japanese archipelago is one of the regions where the horizontal distribution of the vegetation is almost the same as the vertical distribution of the vegetation mainly due to yearly precipitation of more than 900 mm (Fig. 6).

The vegetation of Fagetea crenatae mostly is in the orotemperate montane belt up to 40'NL in northern Honshu (Fig. 7). From this latitude with warmth indices of 85, northwards and including the whole region of Hokkaido, is the region of the nemoral zone. In Hokkaido there are also plant sociological boundaries of the Saso-Fagetalia and floristic plant geographical boundaries between the provinces of Japanese-Sea and Hokkaido in the lowland of Kuromatsunai (Figs. 1 and 3). The Fagetea crenatae which includes many endemic species of Japan has its distribution center in the orotemperate belt in Honshu.

The southern boundary of the boreal zone is in Sachalin. The vegetation of the boreal zone is mainly characterized by Vaccinio-Piceetea and Betulo-Ranunculetea. These plant communities occur also in the oroboreal subalpine belt in Honshu and Hokkaido where they have many endemic species as have the Fagetea crenatae. Only Piceion jezoensis occurs in southern Sachalin, which already belongs to the boreal zone. During the Miocene there was isolated development of taxa and syntaxa of Abieti-Piceetalia and Betulo-Ranunculetea. The Vaccinio-Pinetalia have their distribution center in Eastern Siberia, they only have few endemic species in Japan.

The plant communities of Vaccinio-Pinetalia immigrated during the glacial age of the Diluvium from the North to Japan, Pinus pumila (dwarf shrub) has its origin in eastern Siberia in the early Diluvium.

Many Japanese alpine communities, which occur at Mt. Taisetsu, Kitadake and Fujisan also have their origin in the holarctic zone. They include many arctic species but only few regional endemic taxa and syntaxa.

The relationships between the floristic regions, the vegetation zones and the plant communities are shown in Table 5.

LITERATUR

- HAEMET-AHTI L., AHTI T. und KOPONEN T., 1974: A scheme of vegetation zones for Japan and adjacent regions. *Ann.Bot.Fenn.* **11**, 59-88.
- HOLDRIDGE L.R., 1967: Life zone ecology. San José. 206 S.
- HORIKAWA Y., 1968: Vegetationskarte von Japan. (In japanisch). *Bull. Yasuda* **2**, 11-15.
- HOTTA M., 1974: History and geography of plants. Evolutionary biology in plants III. Sanseido, Tokyo. 400 S.
- ISHIZUKA K., 1961: A relict stand of *Picea glehnii* Masters on Mt. Hayachine, Iwate Prefecture. *Ecol.Rev.* **15**, 155-162.
- ITO K., 1981: Alpine Pflanzen in Hokkaido. (In japanisch). Seibundo-Shinkosha, Tokyo. 230 S.
- KAWANO S., 1967: Pflanzen und ihre floristische Verteilung. In: MIYAWAKI A. (Hrsg.), *Vegetation von Japan, Vergleich mit anderen Regionen der Welt.* (In japanisch). Gakken, Tokyo. **1**, 4-19.
- KIRA T., 1945: A new classification of climate in eastern Asia as the basis for agricultural geography. (In japanisch). Horticultural Institute, Kyoto Univ. 23 S.
- KIRA T., 1948: On the altitudinal arrangement of climatic zones in Japan. (In japanisch). *Kanti Nogaku* **2**, 143-173.
- KIRA T., 1949: Waldvegetationen von Japan. (In japanisch). Ringyo-gizyutu-Kyokai, Tokyo, Sapporo. 41 S.
- KITAMURA S., 1957: Floristic plant geography. In: MURATA G. und HORI M. (Hrsg.), *Herbaceous plants of Japan.* (In japanisch). Hoikushya, Osaka. 246-264.
- KOIZUMI G., 1919: Geschichte und Geographie der japanischen alpinen Pflanzen. (In japanisch). *Bot.Mag.Tokyo* **33**, 193-222.
- MIURA O. und YAMANAKA M., 1980: Vegetationsveränderung im späten Pleistozän auf dem Berg Hakkoda. In: IIZUMI S. (Hrsg.), *Oekologie der Entwicklung und Veränderung der Abies mariesii-Wälder auf dem Berg Hakkoda.* (In japanisch). The Mount Hakkoda Bot.Lab. 1-8.
- MIYAWAKI A., 1980: Vegetation der Insel Yakushima unter weltweiten Gesichtspunkten. In: MIYAWAKI A. (Hrsg.), *Vegetation of Japan, Yakushima.* Shibundo, Tokyo. **1**, 48-58.
- MIYAWAKI A., 1967 (Hrsg.): *Vegetation von Japan, Vergleich mit anderen Regionen der Welt.* (In japanisch). Gakken, Tokyo. 535 S.
- MORITA Y., 1982: Palynological studies on the reconstruction of the past vegetation map in Hakkoda Mountains: with special reference to the period just before the Towada-a ash fall. (In japanisch). *Jap.J.Eco.* **32(1)**, 99-106.
- MORITA Y., 1984: The vegetational history of the subalpine zone in northeastern Japan. I. The Azuma Mountains. (In japanisch). *Jap.J. Ecol.* **34(3)**, 347-356.
- MURATA G., 1977: Phytogeographical consideration on the flora and vegetation of Japan. *Acta Phytotax.Geobot.* **28(1-3)**, 65-83.
- NAKAMURA Y., 1984: Natürliche Waldgesellschaften der *Gafetea crenatae* in Kinki. In: MIYAWAKI A. (Hrsg.), *Vegetation of Japan, Kinki.* Shibundo, Tokyo. **5**, 415-422.
- NAKAMURA Y., 1986: Pflanzensoziologische Untersuchung der alpinen und subalpinen Vegetation der westlichen Gebirge von Honshu (Chubu, Kii und Shikoku). Teil 1. Vegetationseinheiten und systematische Betrachtung. (In japanisch). *Inst.Env.Sci.Tech.Yokohama Nat.Univ.* **13(1)**, 151-206.
- NAKAMURA Y., 1987: Pflanzensoziologische Untersuchung der alpinen und subalpinen Vegetation der westlichen Gebirge von Honshu (Chubu, Kii

- und Shikoku). Teil 2. Areale der Pflanzensippen und der Pflanzengesellschaften. (In japanisch). Inst.Env.Sci.Tech.Yokohama Nat.Univ. **14** (1), 83-107.
- NUMATA Y., MIYAWAKI A. und ITOW D., 1972: Natural and semi-natural vegetation in Japan. *Blumea* **20**(2), 436-496.
- OHBA T., 1969: Eine pflanzensoziologische Gliederung der Wüstenpflanzengesellschaften der alpinen Stufe Japans. (In japanisch). *Bull.Kanawaga Pref.Mus.* **1**(2), 24-70.
- OHBA T., 1974: Vergleichende Studien über die alpine Vegetation Japans. *Phytocoen.* **1**(3), 339-401.
- OHBA T., 1982: Vegetation Japans. 3. Tiefbautechnik. (In japanisch). *Shokokushya, Tokyo.* 69-210.
- SASAKI Y., 1980: Vergleich der Fagetea crenatae-Gebiete. In: MIYAWAKI A. (Hrsg.), *Die Vegetation Japans, Yakushima.* (In japanisch). *Shibundo, Tokyo.* **1**, 291-294.
- SUZUKI S., 1961: Ecology of the bambusaceous genera Sasa and Sasamorphia in the Kanto and Tohoku districts and their geographical distribution. *Ecol.Rev.* **15**(3), 131-147.
- SUZUKI T., 1961: Geographische Uebersicht über die Waldvegetationszonen Japans. (In japanisch). *Kokonshoin, Tokyo.* **6**, 1036-1043.
- TAKEDA H., 1926: Alpine Pflanzen (In japanisch). *Moderne Wissensch.* **4**, 1-136.
- TATEWAKI M., 1955: Pan-mixed forest zone. *Hoppo-Ryngyo* **7**(11), 8-11.
- TATEWAKI M., 1956: Pan mixed forest zone. *Hoppo-Ryngyo* **8**(1), 7-9, **8**(4), 10-13, **8**(6), 8-11, **8**(12), 12-15
- TATEWAKI M., 1957: Pan-mixed forest zone. *Hoppo-Ryngyo* **9**(2), 17-23.
- TATEWAKI M., 1961: Pflanzen von Hokkaido. (In japanisch). *Hokkaido Naturschutz Gemeinschaft, Sapporo.* 64 S.
- TIKHOMIROV V.A., 1946: On the origin of the dwarf pine (*Pinus pumila* Rgl.) associations. (In russisch). *Matli ist.flor.rast.SSR.II Akad. Nauk SSSR* **1**, 491-537.
- TSUKADA M., 1974: Paläoökologie II. Synthese. *Oekologie* 27b. (In japanisch). *Kyoritsu, Tokyo.* 231 S.
- TSUKADA M., 1984: A vegetation map of the Japanese archipelago, approx. 20000 years B.C. (In japanisch). *Jap.J.Ecol.* **34**(2), 203-208.
- WALTER H., 1960: Einführung in die Phytologie. 1. Standortlehre (analytisch-ökologische Geobotanik). (2. Aufl.). *Ulmer, Stuttgart.* **3**, 566 S.
- WALTER H., 1964: Die Vegetation der Erde in ökologisch-physiologischer Betrachtung. 1. Die tropischen und subtropischen Zonen. (3. Aufl.). *Fischer, Stuttgart.* **2**, 592 S.
- WALTER H., 1968: Die Vegetation der Erde in ökologisch-physiologischer Betrachtung. 1. Die gemässigten und arktischen Zonen. (3. Aufl.). *Fischer, Stuttgart.* **3**, 1001 S.

Adresse der Autoren: Prof. Dr. Drs. h.c. Akira MIYAWAKI
Dr. Yukito NAKAMURA
Department of Vegetation Science
Institute of Environmental Science and Technology
Yokohama National University
Tokiwadai 156, Hodogaya-ku
Yokohama
Japan