

第2回森林土壌分析 報告Ⅱ

採取土壌の化学的性質

2018.11.05

認定特定非営利活動法人 森林の風

報告事項

採取土壌の化学的性質分析

- (1) 分析の目的と結論 ページ3～4、5～7
- (2) 分析の結果と考察 ページ8～16、17～30
 - ・分析値の土壌層位・深さ依存性
 - ・土壌の酸性度について
- (3) 参考資料 A～D ページ31～40
 - ・分析値の意味・腐植・供給源・酸性度

(1) 化学的分析の目的 i

【1】コメダの森A点及びJAバンクの森B点

- ① アカガシ植樹候補地であるコメダの森A点及びJAバンクの森B点の化学的分析を実施し、土壌養分の観点より植樹適性を調べる。**
- ② アカガシ自生地であるホンダの森A点（第1回森林土壌分析地）と土壌養分の観点より比較し、植樹適性判断の参考にする。**

※ 第2回森林土壌分析 報告Ⅰで採取した土壌を化学的分析にも使用した。

※ 化学的分析手法に関しては、2018.05.02付けメールで送付した「森林土壌分析概要」を参照願う

※ 採取日

- 2018.10.04（JAバンクの森A点及びB点、コメダの森A点）（白越、瀧口、瀧口朱、伊坪）
- 2018.10.28（JAバンクの森及びアカガシの森パッチディフェンス内）（伊坪）
- 2018.04.07（ホンダの森A点、アカガシの森A点：第1回森林土壌分析地）

(1) 化学的分析の目的 ii

【2】JAバンクの森A点

- ① 植樹したアカガシが順調に成長しているJAバンクの森植樹地A点(パッチディフェンス2内)の化学的分析を実施し、土壤養分の観点より成長適性を調べる。
- ② 植樹したアカガシが全滅したアカガシの森植樹地A点(パッチディフェンス2)
(第1回森林土壤分析地) と土壤養分の観点より比較し、成長適性判断の参考にする。

(1) 化学的分析の結論 i

【1】コメダの森A点とJAバンクの森B点

アカガシ植樹地としての適性

- ① **アカガシ植樹地候補であるコメダの森A点とJAバンクの森B点の化学的性質を、アカガシ自生地であるホンダの森A点と比較すると有意な差は認められない。同じような土壌養分を有すること及び同じ森林土壌群に属して同じような土壌性的質を有する(報告II)ことより、アカガシ植樹の候補地に挙げられる。**

(1) 化学的分析の結論 ii

【2】JAバンクの森A点

植樹アカガシの成長地と全滅地の差異

- ① 植樹アカガシが順調に成長しているJAバンクの森A点と植樹アカガシが全滅したアカガシの森A点の化学的性質を比較すると有意な差は認められない。土壤養分の観点からは「成長」と「全滅」の差は説明できない。
- ② 「報告1」で説明したように、土壤的性質の観点から「成長」と「全滅」の差は説明できる。『同じ崩積土に属するJAバンクの森A点とアカガシの森A点の土壤性質は、一見同じである。しかし、JAバンクの森A点は、適度な保水性を有する腐葉土を含むA層とB層がかなり厚く、植樹アカガシの成長に必要な水を辛うじて確保できるであろう。一方、アカガシの森A点は、礫に富むA層とB層が極めて薄く、雨水が速く浸透し保持能力が乏しく、植樹アカガシの成長に必要な水が欠乏するであろう』
- ③ 土壤性質の観点の他に、「水分環境(植樹する時期)」も影響がありそう。アカガシの森A点は、根付く前に夏の乾季を経ている。一方、JAバンクの森A点では、秋に植樹し、根付く時期には水分的には穏やかな環境を経ている。
特に、雨水保持力が小さい崩積土における植樹の時期を配慮する必要がある。

(1) 化学的分析の結論 iii

【3】JAバンクの森A点とアカガシの森A点

崩積土A0層のpHと電気伝導度の挙動

- ① 崩積土に覆われたJAバンクの森パッチディフェンス2とアカガシの森パッチディフェンス2のA0層には、「主としてタブの落葉に覆われたA0層」、「地面を這う雑草と礫に覆われたA0層」及び「礫が露出しているA0層」の3つの地表面環境が存在する。
- ② pHは、「主としてタブの落葉に覆われたA0層」、「地面を這う雑草と礫に覆われたA0層」、「礫が露出しているA0層」の順に大きくなる。一方、電気伝導度は、この順で小さくなる傾向が認められる。全採取土壌と同じように、両者には負の相関が認められる。 ※2018.10.28追加採取土壌を用いた分析結果 ※ページ10&11参照
- ④ 地表面に落葉・落枝が少なく、A0層に腐葉土があまり生成されていない土壌における植樹は要注意である。

(2) 化学的分析の結果と考察 i

以下の参考資料A～Dを参考にして分析結果1～14を纏め、考察した。

「結果と考察」を読む前に、参考資料に目を通して“基本的事項の確認”を願う。

- 参考A 分析値の意味及び森林との関わり i ~ v ページ 31～35
- 参考B 樹木養分の供給源と循環 ページ 36
- 参考C 落葉・落枝の腐蝕について i ~ ii ページ 37～38
- 参考D 森林土壌の酸性度について i ~ ii ページ 39～40

- 分析結果1, 2 ペーハの採取地・層位・深さ依存性 ページ 17～18
- 分析結果3, 4 電気伝導度の採取地・層位・深さ依存性 ページ 19～20
- 分析結果5, 6 交換性カリウムの採取地・層位・深さ依存性 ページ 21～22
- 分析結果7, 8 硝酸態窒素の採取地・層位・深さ依存性 ページ 23～24
- 分析結果9, 10 交換性マグネシウムの採取地・層位・深さ依存性 ページ 25～26
- 分析結果11, 12 可給態リン酸の採取地・層位・深さ依存性 ページ 27～28
- 分析結果13, 14 崩積土ページハ・電気伝導度の地表面環境依存性 ページ 29～30

※交換性カルシウム (CaO) は、全採取土壌の測定値が検出下限以下であったので考察対象外とした

(2) 化学的分析の結果と考察 ii

(1) ペーハー (PH) ページ17~18、31、37~38、39~40

- ①一般的に、日本の森林土壌は、PH4.0~6程度を示すと報告されている。今回の3ヶ所の土壌のPHは、コメダの森A点A0層を除いた全てがこの範囲に入り、かなり酸性寄りの結果であった。 PH=3.8のコメダの森A点A0層及びA層は、厚くて腐葉土が極めて豊富であり、落葉の腐葉過程で生成する酸性成分の影響と思われる。
- ②この土壌の酸性は、酸性土壌の原因3説“酸性雨説・母岩風化説・腐蝕説”が個々の採取地の森林生態系の環境に応じて複雑に絡み合った結果であろう。
- ③ペーハの層位及び深さ依存性には、第1回森林土壌分析で報告した採取場所(落葉種類)による差異は認められなかった。ただし、JAバンクの森A点のA0層のみは、PHが4.8と大きかった。この挙動は、ページ7で説明する崩積土のPHの地表面環境依存性により解釈できる。



(2) 化学的分析の結果と考察 iii

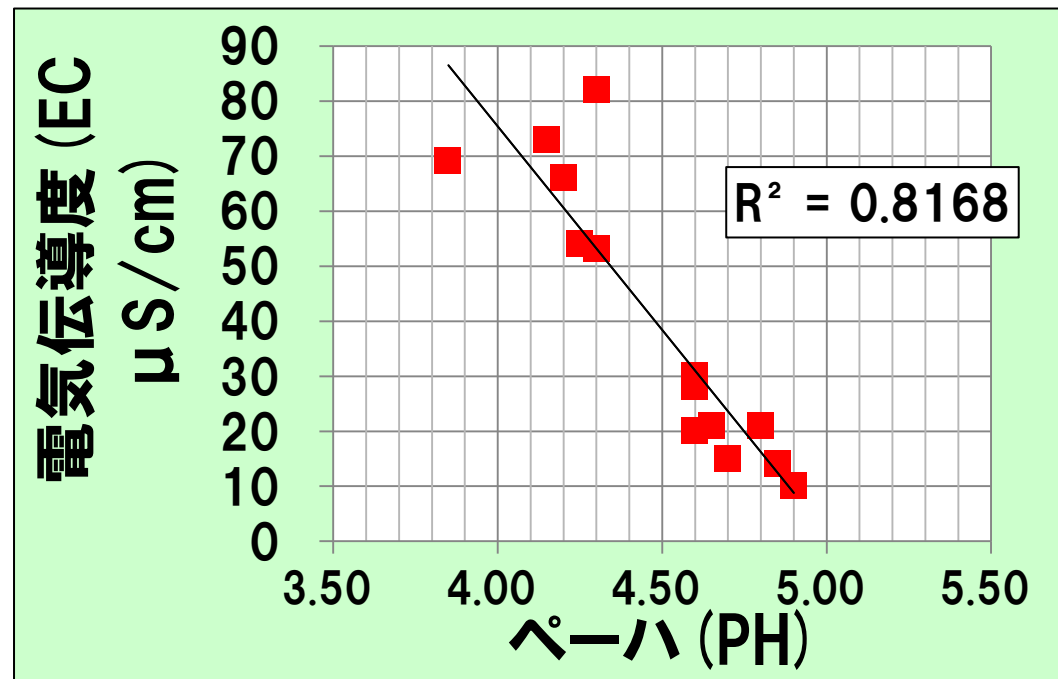
(2) 電気伝導度 (EC) ページ19~20、31、37~38

- ①一般的に、ECが1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上では、水溶性塩類濃度が高すぎて生育阻害を生じる可能性があり、100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下では、水溶性塩類濃度が低すぎて養分不足の可能性があると樹木医の基礎テキストでは指摘している。 今回の3ヶ所の土壤のECは、10~80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度であり、不足気味の水溶性塩類濃度を示す。
- ②ECの層位及び深さ依存性には、第1回森林分析で報告した採取場所(落葉種類)による差異は認められなかった。
- ③落枝・落葉の構成成分であるタンパク質は、微生物による分解(=腐蝕)過程で、硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)を生成し、土壤をより酸性にする。この硝酸イオンは、カリウムイオン(K^+)・マグネシウムイオン(Mg^{2+})・カルシウムイオン(Ca^{2+})と対をなして、水溶性塩類を生成する。水溶性塩類が多ければ電気伝導度は大きくなる。即ち、土壤の酸性が強く(ペーハが小さく)なれば、電気伝導度は大きくなる傾向が予想される。

(2) 化学的分析の結果と考察 iv

(2) 電気伝導度 (EC) (続き)

- ④ペーハと電気伝導度の全採取地データの相関は、右図に示すように、相関係数が0.817であり、予想通りに統計学的に負の強い相関が認められる。



(2) 化学的分析の結果と考察 V

(3) 交換性カリウム (K₂O) ページ21~22、32~33、36、37~38

- ① 交換性カリウムは、葉や枝に含まれる元素であり、落下して微生物等の分解 (= 腐蝕) によりA₀-F・H層内の腐葉土に還元される。一方、カリウムイオンは、母岩鉱物に含まれ風化によりC層内で遊離し、B層を通じてA層やA₀層に供給される。結果的に、表層のA₀層やA層に多く含まれると予想されている。
- ② 交換性カリウムの層位及び依存性のグラフから、予想通りにA₀層のカリウム量が大きく、A層へと深くなると小さくなる傾向が認められる。B層以下では収束する。
- ③ 標準耕作地のK₂Oは、15~30 mg/100gSOIL (= 土壌) と云われている。今回のK₂O分析値は全て二桁小さく、採取地土壌の交換性カリウムの含量は極めて少ない。



(2) 化学的分析の結果と考察 vi

(4) 硝酸態窒素 (NO₃-N) ページ23~24、34、36、37~38

- ①落葉・落枝の成分であるタンパク質は、微生物による腐蝕過程で分解されてアミノ酸になる。さらに、最終的にアミノ酸から硝酸イオンが、A0層内で生成する。これが硝酸態窒素 (NO₃-N) である。窒素を含まない母岩鉱物からは、硝酸態窒素は供給されない。この点、カリウム・マグネシウム・リンとは異なる。
- ②硝酸態窒素 (NO₃-N) の土壌層位・深さに対するプロットからは、依存性が認められない。層位・深さに関わらず、硝酸態窒素含量はほぼ一定である。
この結果は「硝酸態窒素は、負電荷をもっているのが負に帯電している土壌コロイドに吸着されない。その為、雨水の浸透に伴いA0層からA層・B層へと移動する」と予想されていることから解釈できる。即ち、生成～浸透移動による含量平準化である。



(2) 化学的分析の結果と考察 vii

(5) **交換性マグネシウム (MgO)** ページ25~26、33、36、39~40

- ①交換性マグネシウムは、葉や枝に含まれる元素であり、落下して微生物等の分解（=腐蝕）によりA0-F・H層内の腐葉土に還元される。一方、マグネシウムイオンは、母岩鉱物に含まれ風化によりC層内で遊離し、B層を通じてA層やA0層に供給される。結果的に、表層のA0層やA層に多く含まれると予想されている。
- ②交換性マグネシウムの層位及び依存性のグラフからは、予想のA0層のマグネシウム量が大きく、A層へと深くなると小さくなる傾向が認められない。採取地の違いにも関わらず個々別々の挙動を示す。
- ③この挙動の原因は不明であるが、分析手法の精度不足から来ていることも考えられる。MgOは、精度が良いデジタルイオンメーターが市販されていないので、アナログ的な発色—比色法を採用している。比色法のスケールが粗いこと、採取土壤の抽出液が着色している場合の比色が難しいことからである。
- ④③のような不確定性を含むが、MgO含量は概ね3~12程度であり、標準耕作地の25~45mg/100gSOIL (=土壤) より少なめである。



(2) 化学的分析の結果と考察 viii

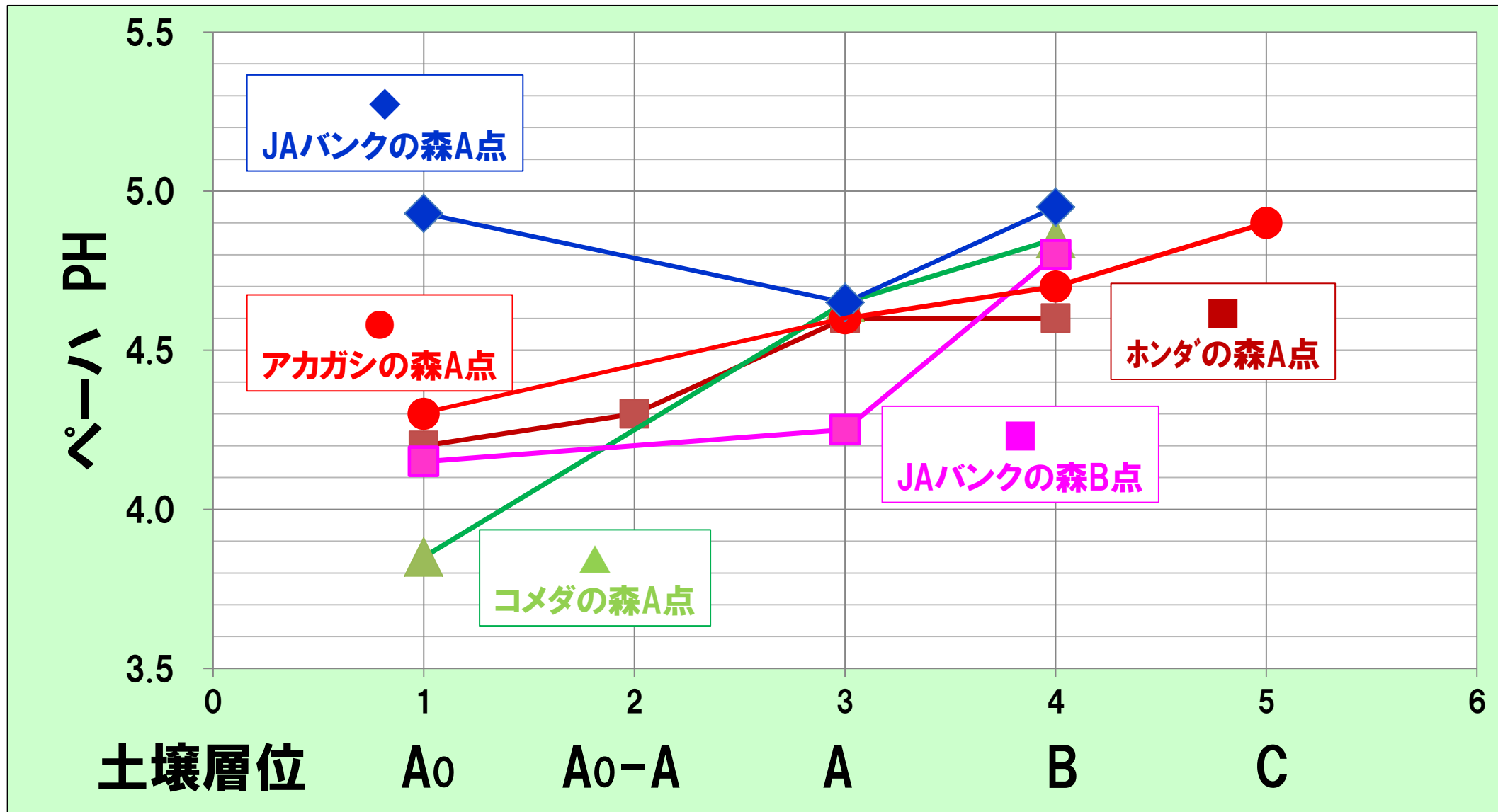
(6) 可給態リン酸 (P₂O₅) ページ27~28、35、36、39~40

- ①可給態マグネシウムは、葉や枝に含まれる元素であり、落下して微生物等の分解（＝腐蝕）によりA₀-F・H層内の腐葉土に還元される。一方、リン酸イオンは、母岩鉱物に含まれ風化によりC層内で遊離し、B層を通じてA層やA₀層に供給される。結果的に、表層のA₀層やA層に多く含まれると予想されている。
- ②可給態リン酸の層位及び依存性のグラフから、予想のA₀層のリン酸量が大きく、A層へと深くなると小さくなる傾向が認められない。
採取地の違いにも関わらず個々別々の挙動を示す。
- ③この挙動の原因は不明であるが、分析手法の精度不足から来ていることも考えられる。リン酸は、精度が良いデジタルイオンメーターが市販されていないので、アナログ的な発色－比色法を採用している。比色法のスケールが粗いこと、採取土壤の抽出液が着色している場合の比色が難しいことからである。
- ④③のような不確定性を含むが、P₂O₅含量は概ね0～10程度であり、標準耕作地の10～30 mg/100gSOIL（＝土壤）より少なめである。



分析結果1

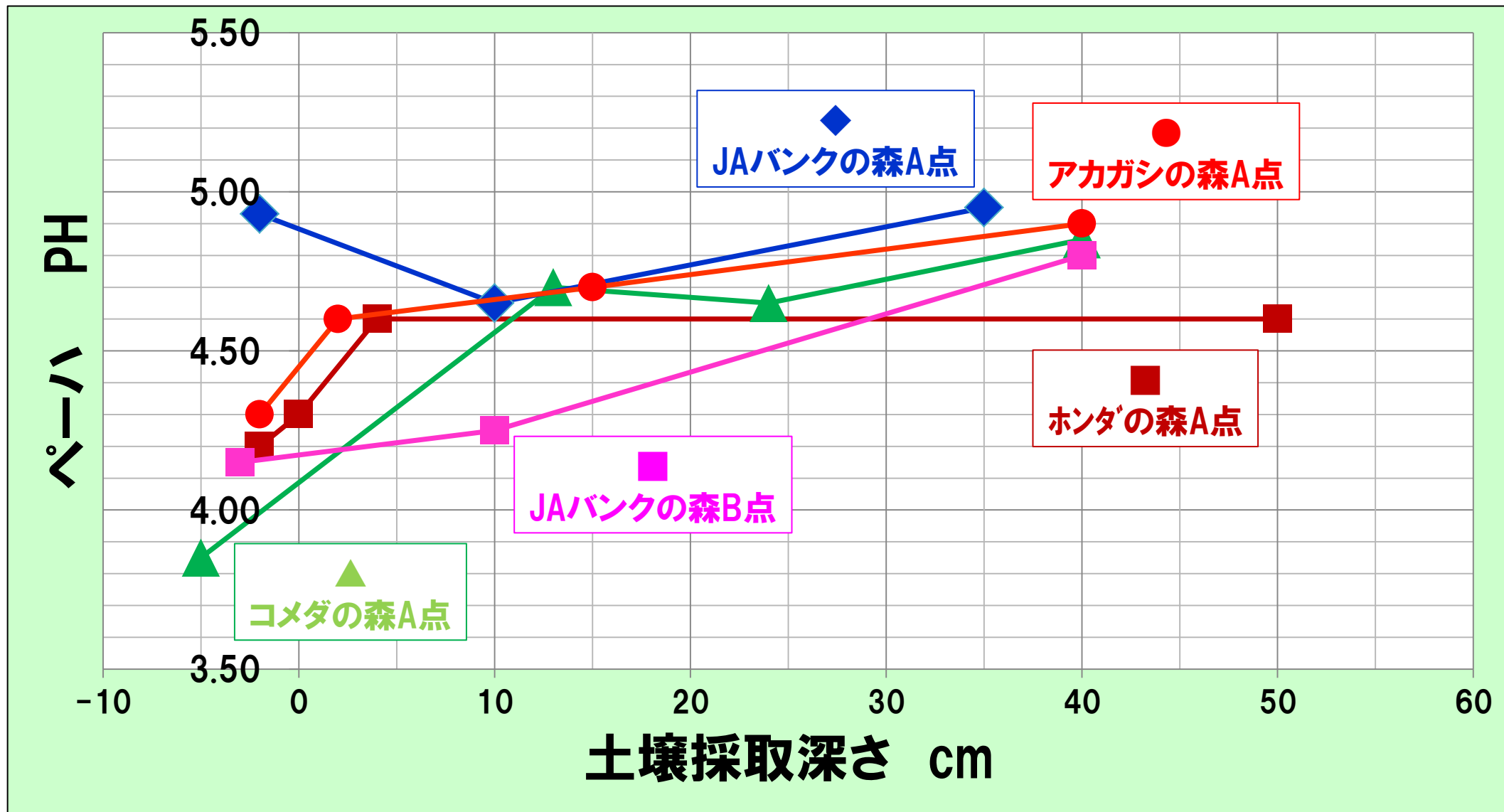
ペーハの土壌層位依存性



A0-F・H層の略 A0-F・H層とA層の境界

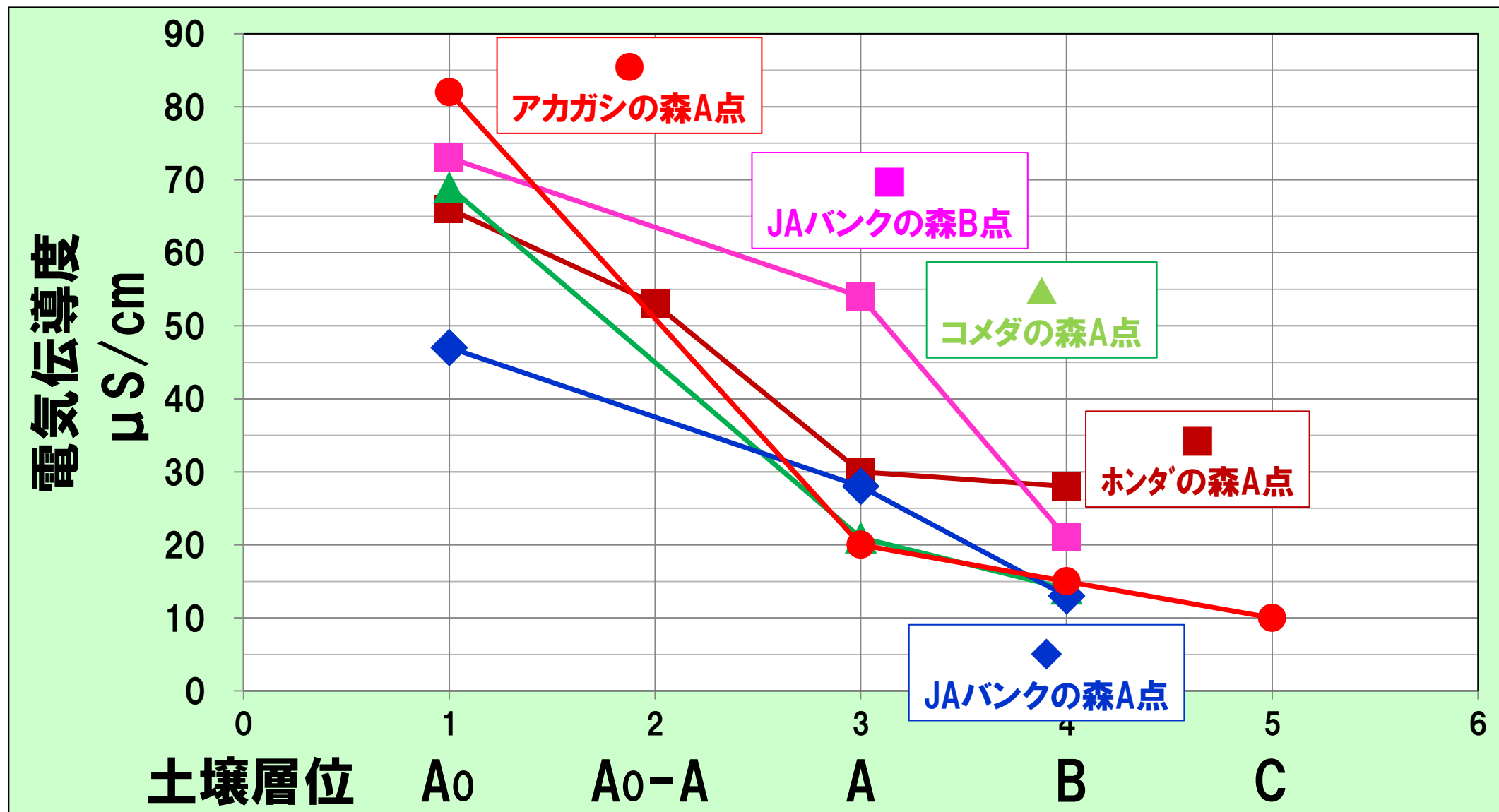
分析結果2

ペーハの土壌深さ依存性



分析結果3

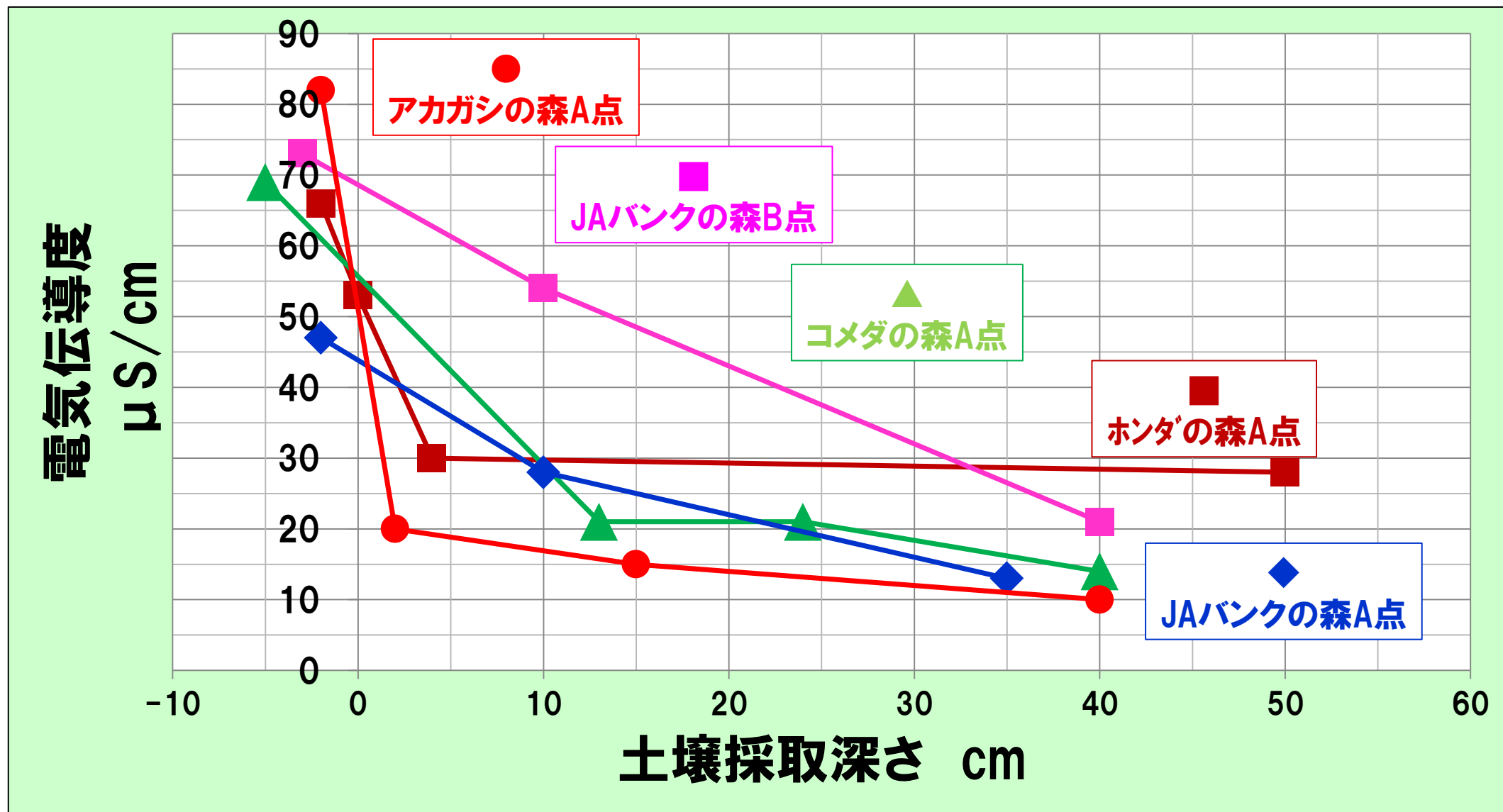
電気伝導度の土壌層位依存性



A0-F・H層の略 A0-F・H層とA層の境界

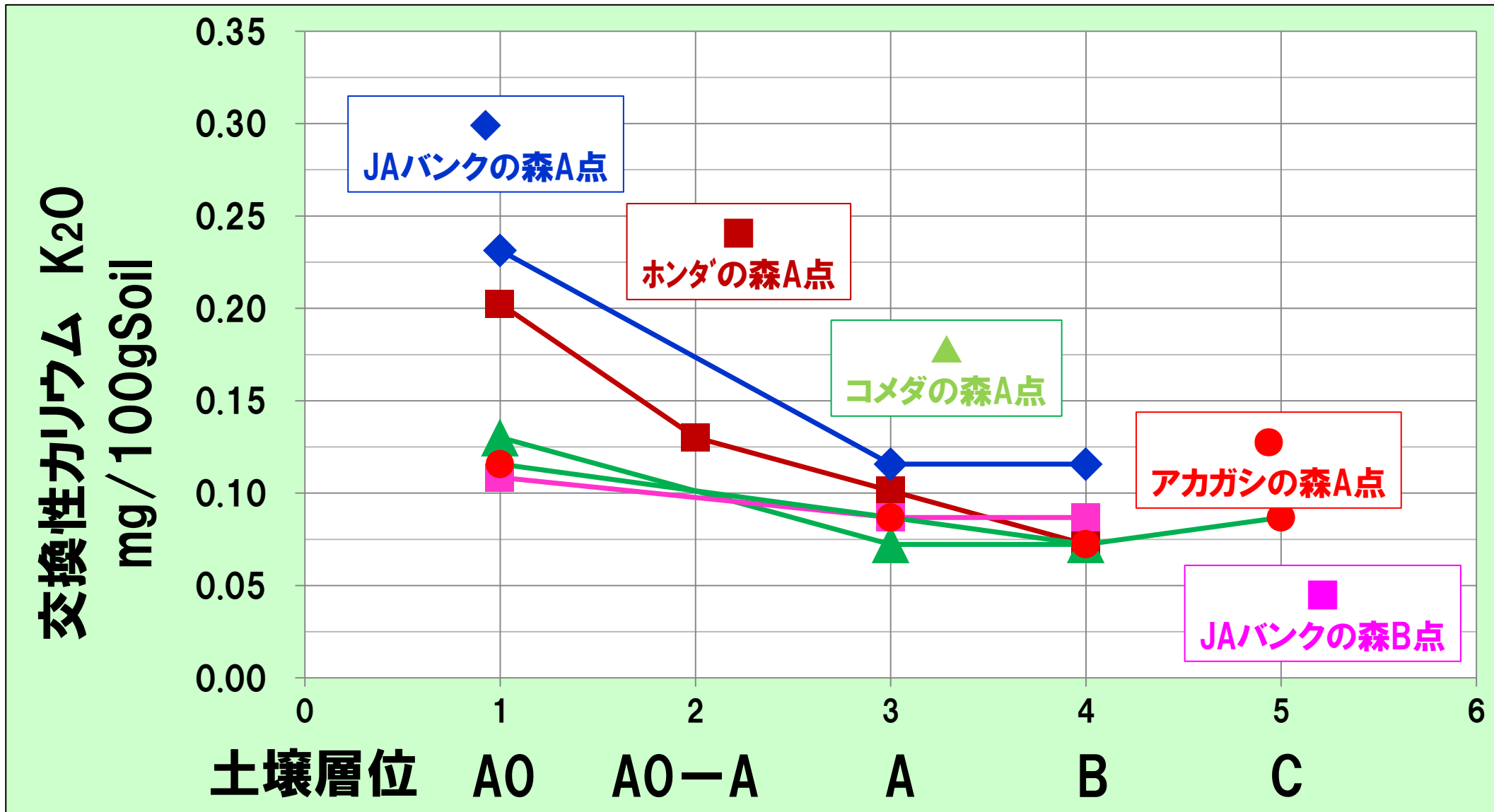
分析結果4

電気伝導度の土壌深さ依存性



分析結果5

交換性カリウムの土壌層位依存性

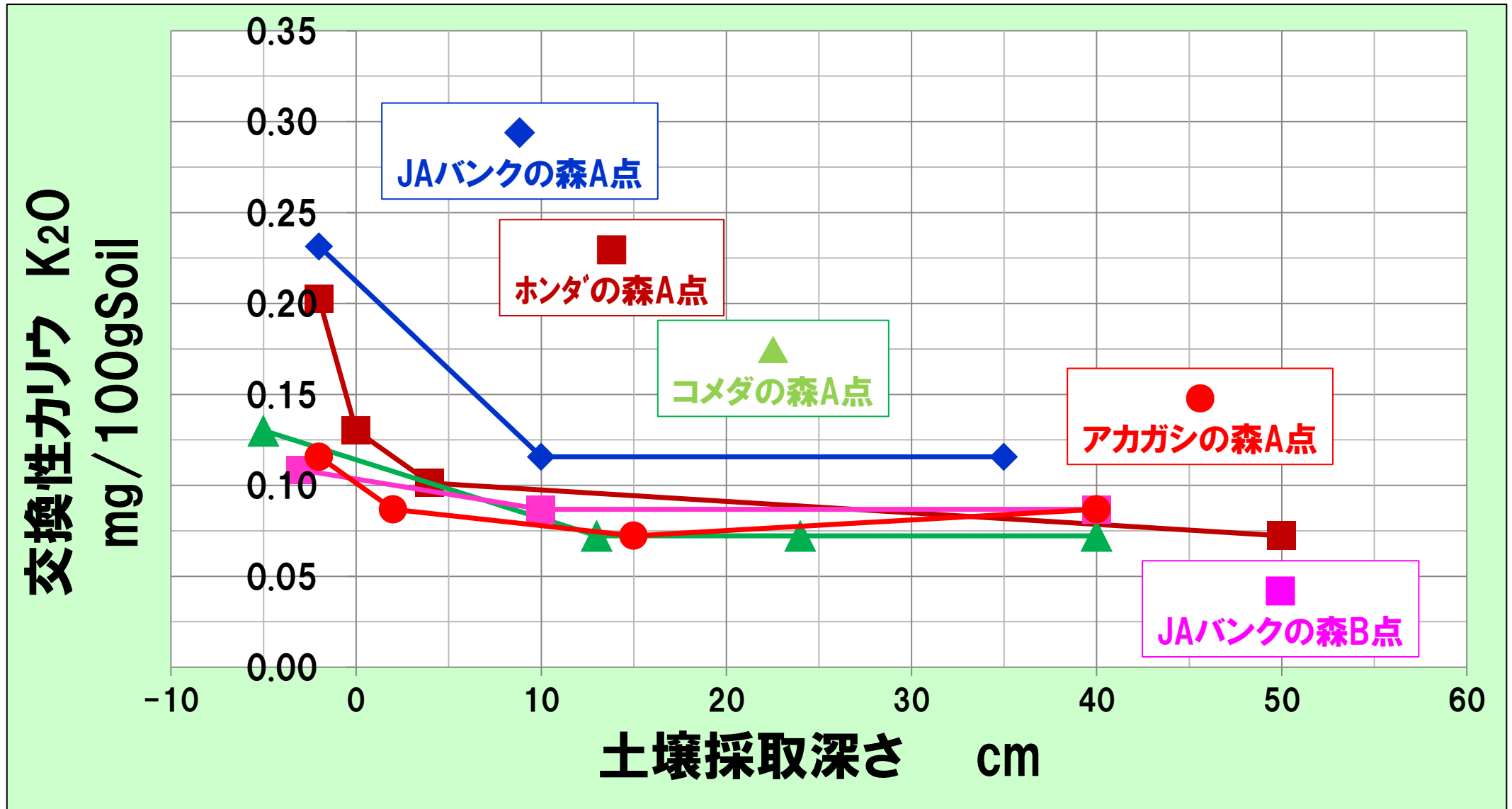


A0-F・H層の略

A0-F・H層と
A層の境界

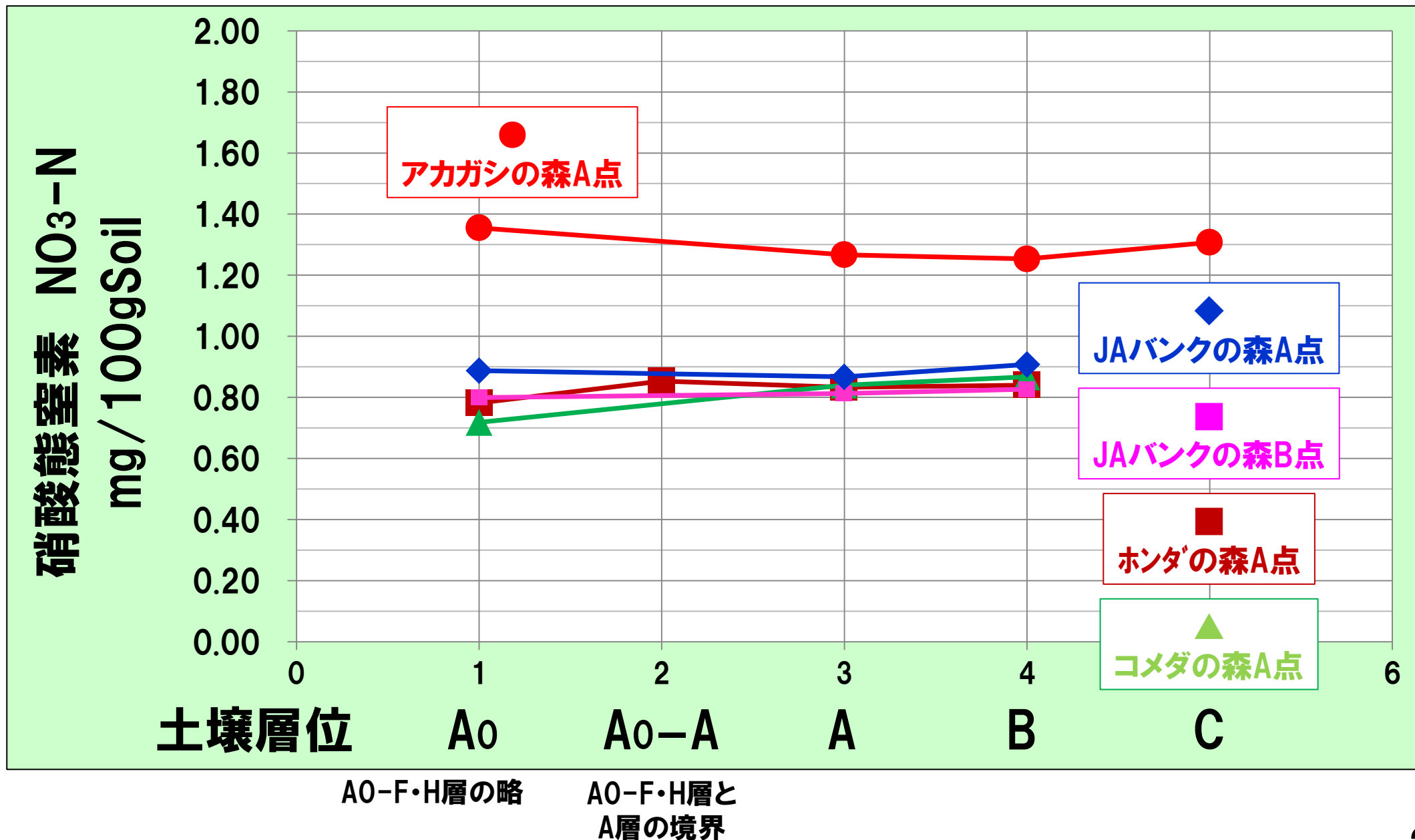
分析結果6

交換性カリウムの土壌深さ依存性



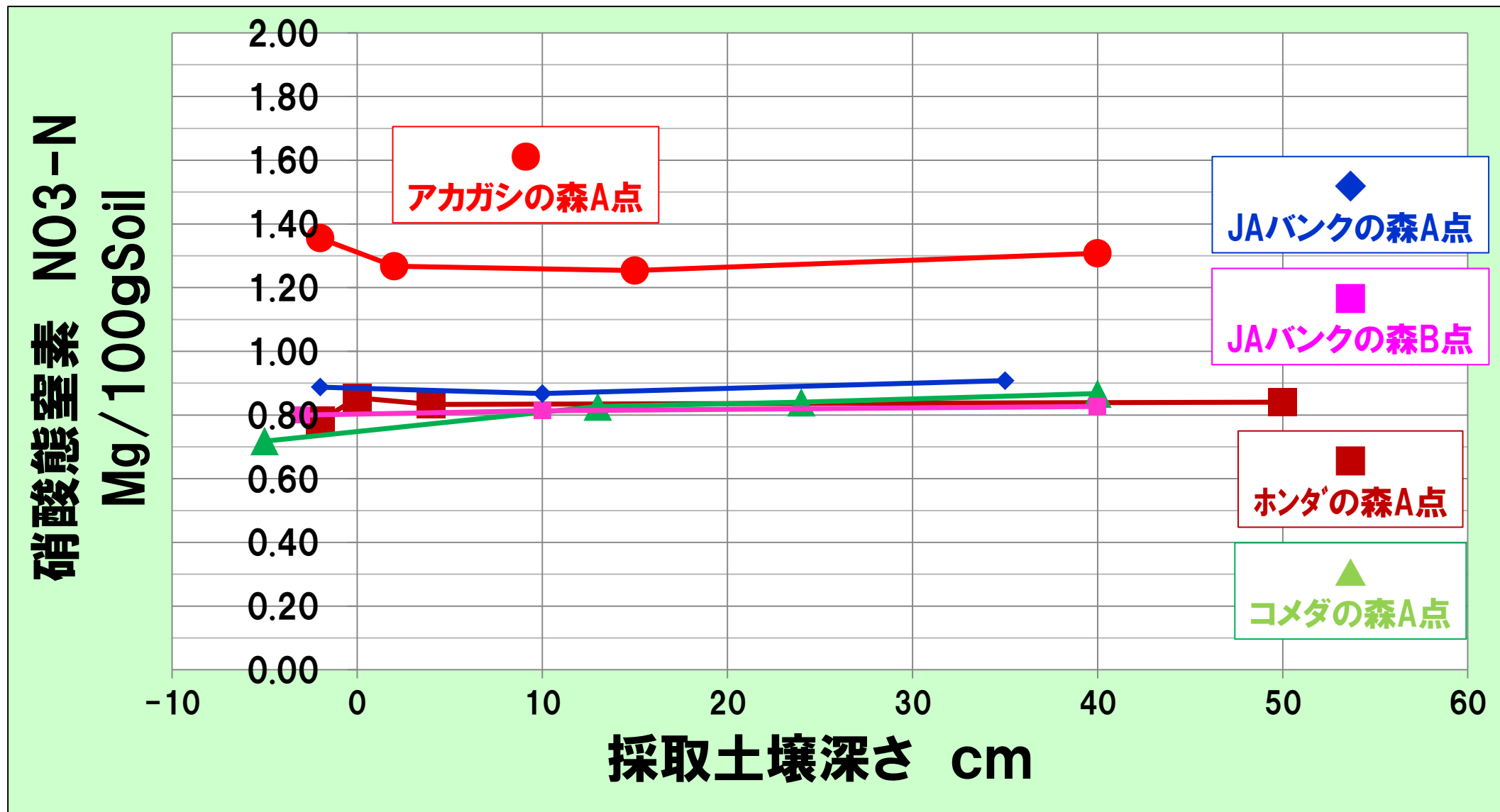
分析結果7

硝酸態窒素の土壌層位依存性

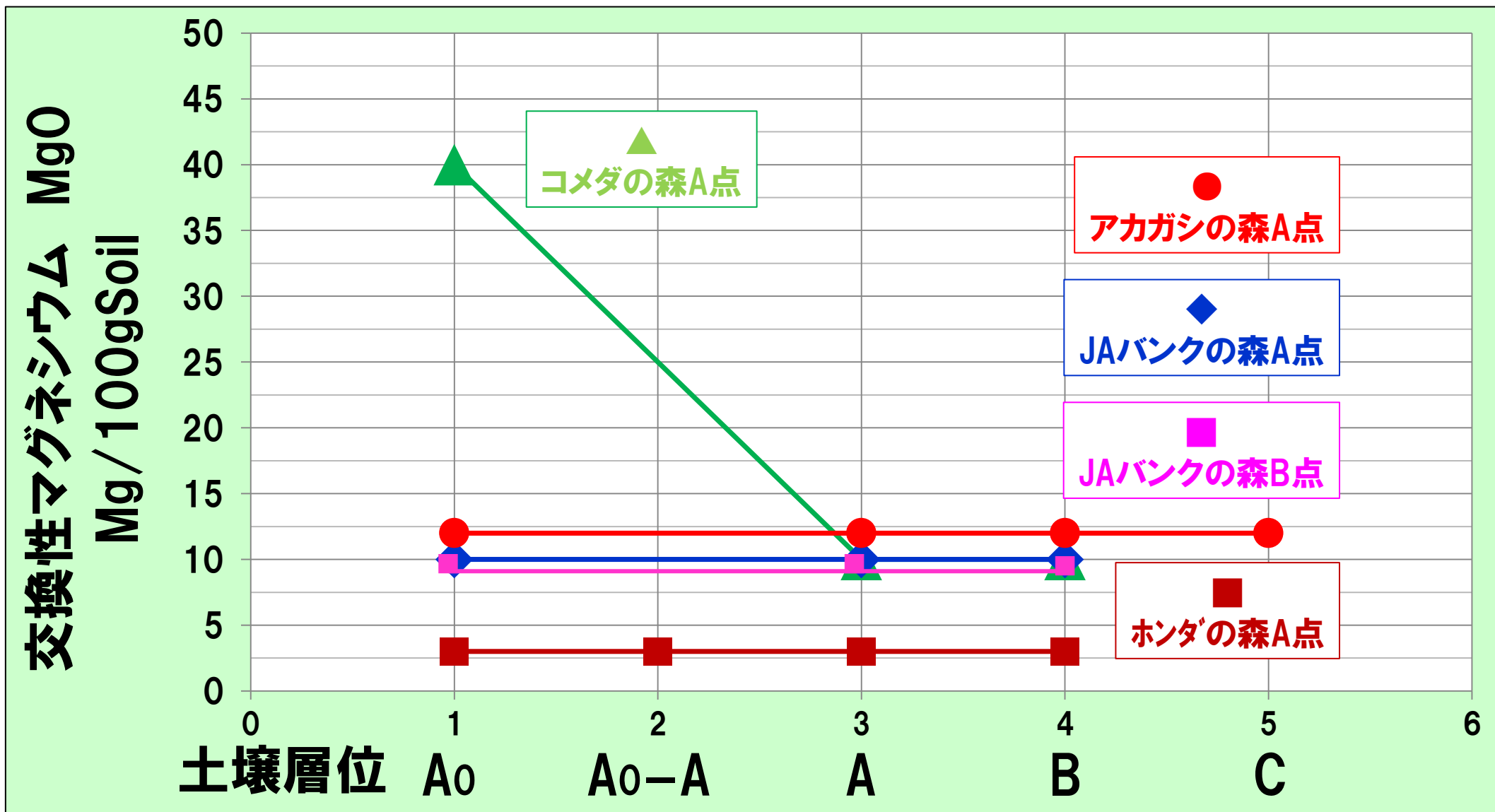


分析結果8

硝酸態窒素の土壌深さ依存性



交換性マグネシウムの土壌層位依存性

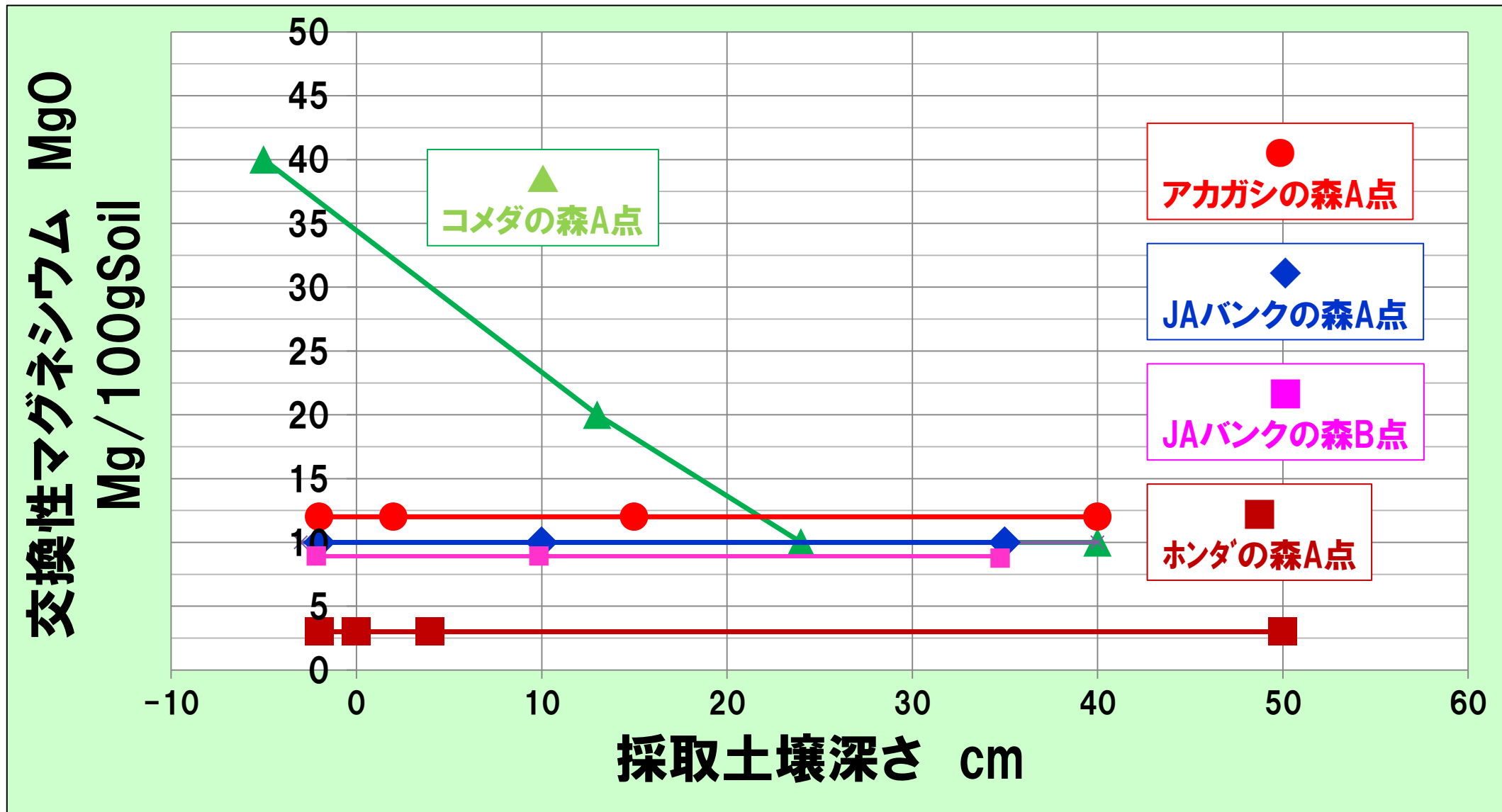


A0-F・H層の略

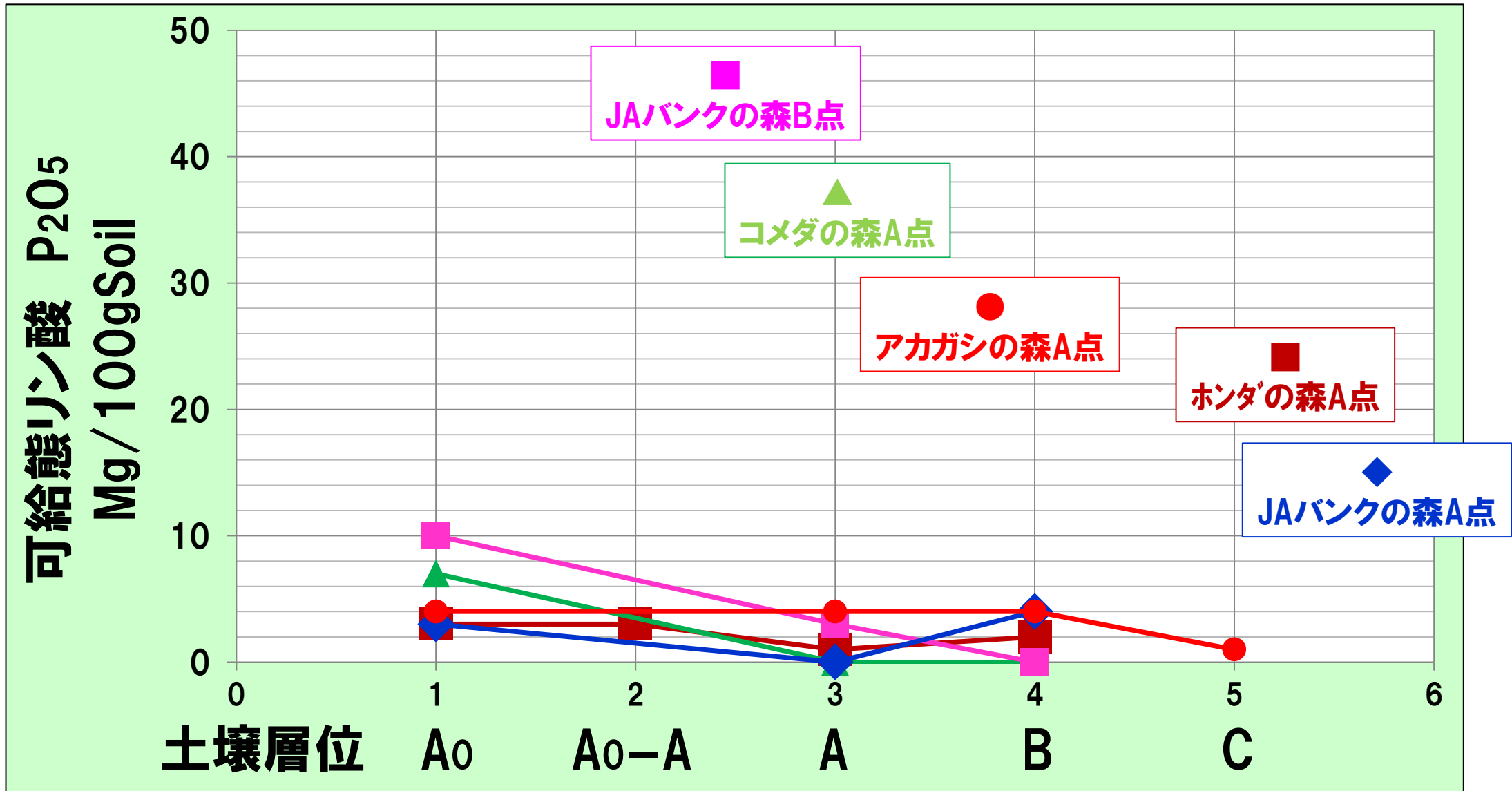
A0-F・H層と
A層の境界

分析結果10

交換性マグネシウムの土壌深さ依存性



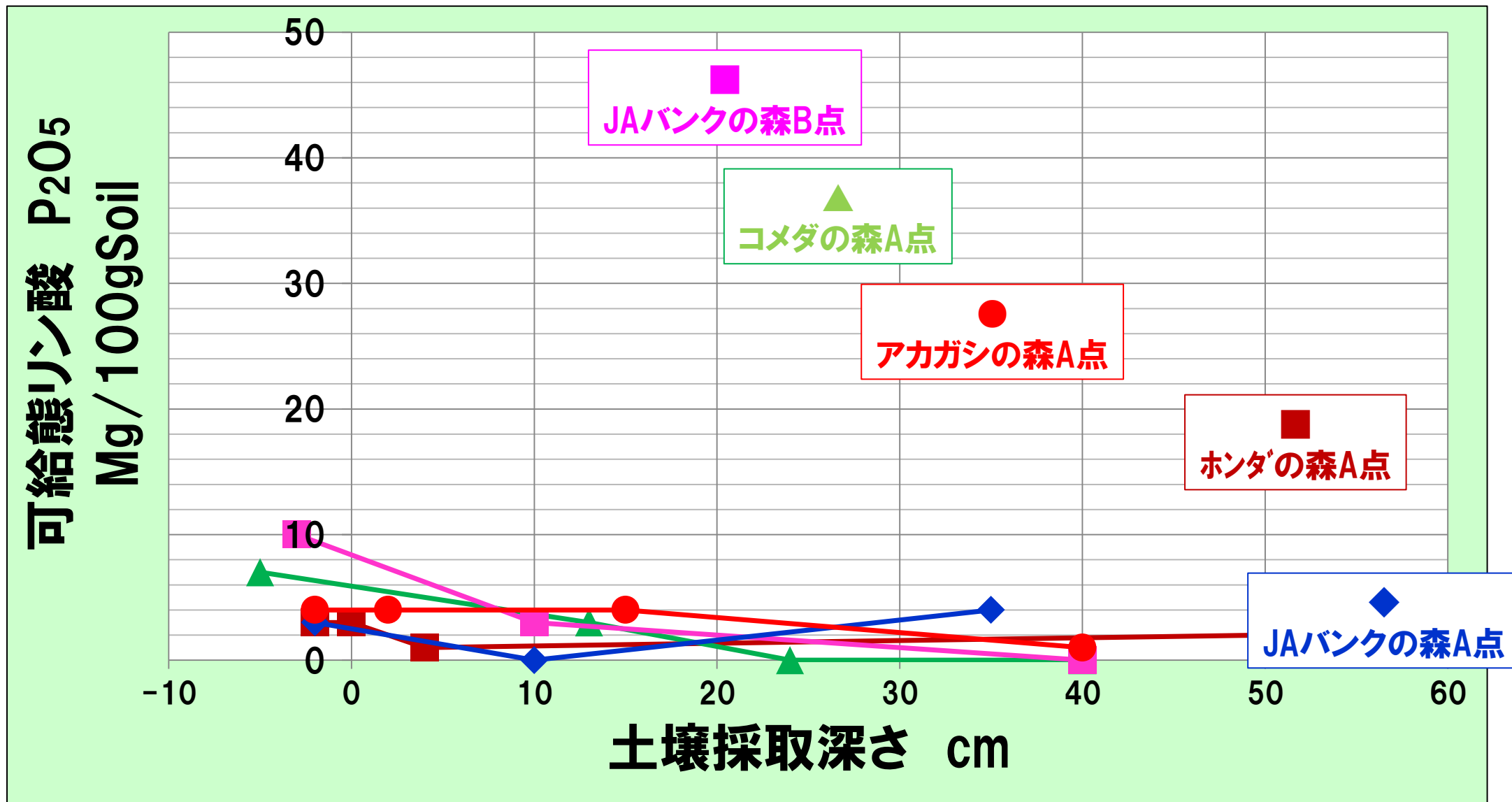
可給態リン酸の土壌層位依存性



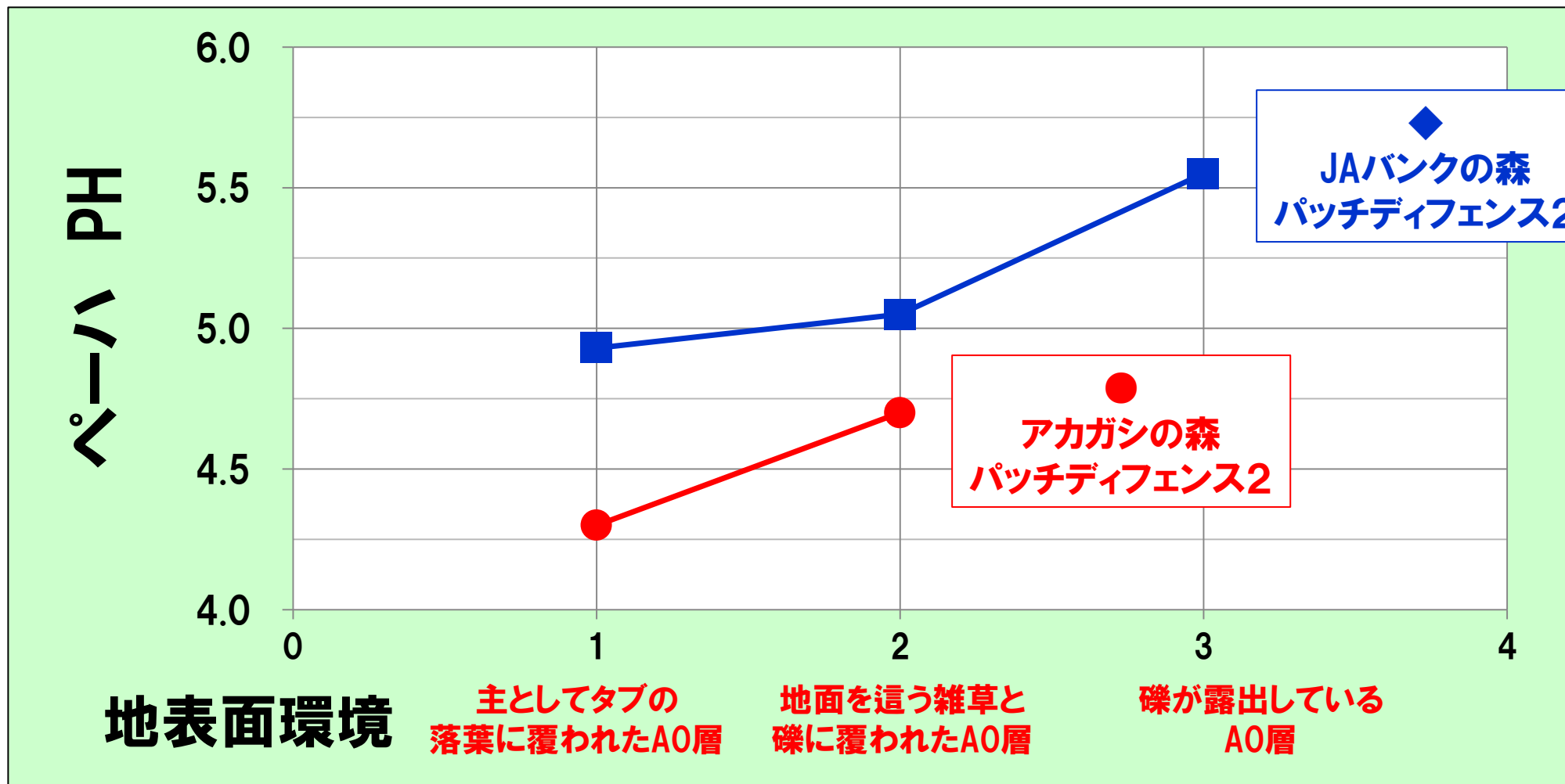
A₀-F・H層の略

A₀-F・H層と
A層の境界

可給態リン酸の土壌深さ依存性



パッチディフェンス内の崩積土 A0層ペーハの地表面環境依存性

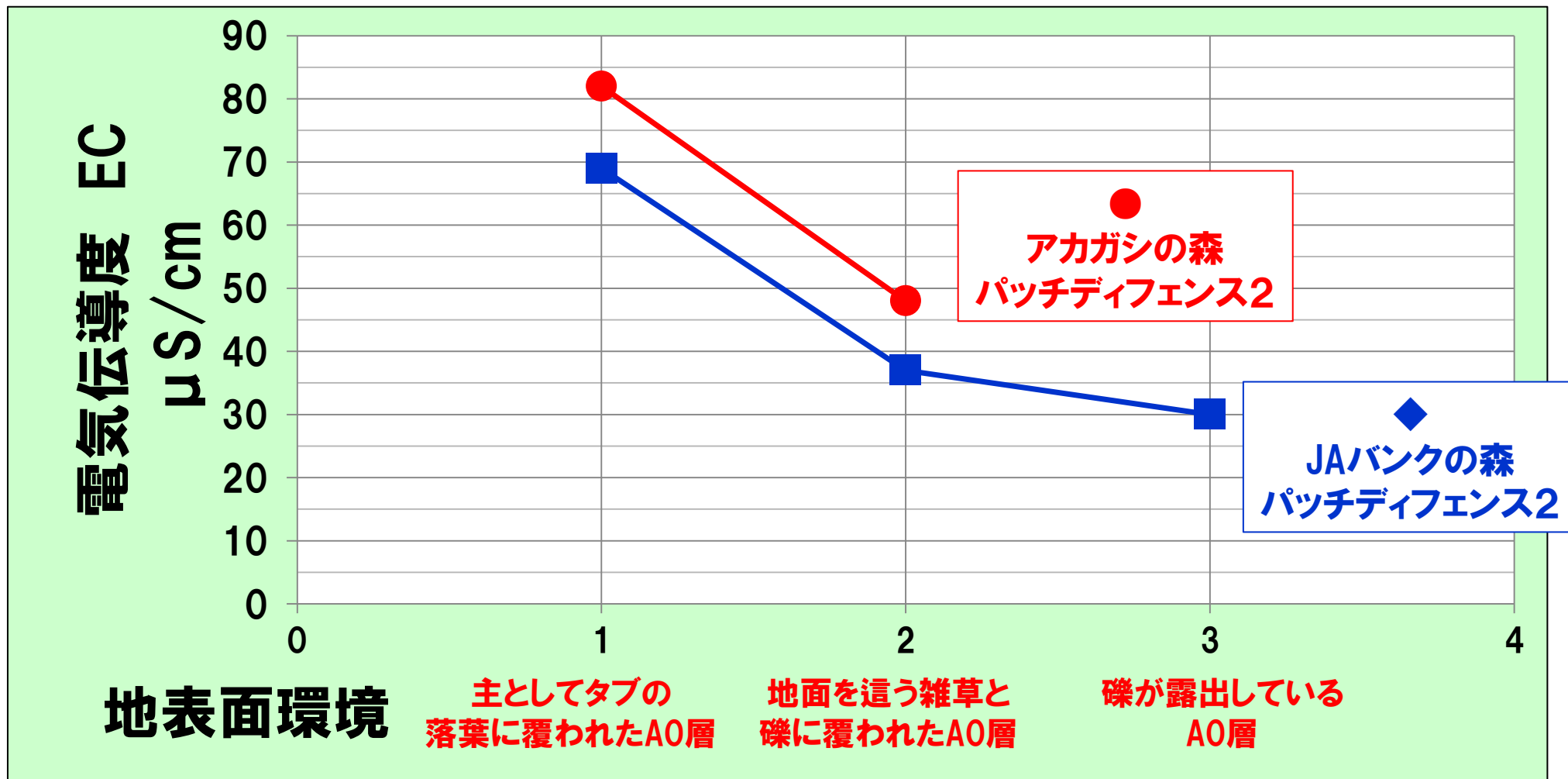


※パッチディフェンス内は、皆伐により午前中の日当たりが良くなっている

分析結果14

パッチディフェンス内の崩積土

A0層電気伝導度の地表面環境依存性



※パッチディフェンス内は、皆伐により午前中の日当たりが良くなっている

分析値の意味及び森林との関わり i

(1) ペーハー (PH)

- ① 土壌中の水素イオン (H^+) 濃度に基づく酸性度を表す指標である。
- ② PH=7が中性、PH7以上がアルカリ性、PH7以下が酸性を表す。
- ③ 炭焼きの副産物である木酢液は、PH3以下の強酸性の液である。
- ④ 一般の森林土壌は、4.0~6程度を示すかなり酸性寄りの土壌である。

※ 森林土壌の酸性度については、**参考D**を参照願う。

(2) 電気伝導度 (EC)

- ① 土壌中の水溶性塩類濃度の総量に基づく電気の通り易さを表す指標である。
- ② 水溶性塩類とは、カリウム (K^+)、カルシウム (Ca^{2+})、マグネシウム (Mg^{2+}) 等の硝酸 (NO_3^-) 塩や硫酸 (SO_4^{2-}) 塩がある。
- ③ $\mu S/cm$ で表す (マイクロジーメンス、大きいほど電気が通り易い)。
- ④ 1000 $\mu S/cm$ 以上は、水溶性塩類濃度が高過ぎて生育阻害ももたらす可能性がある。
100 $\mu S/cm$ 以下は、水溶性塩類濃度が低すぎて養分不足の可能性もある。

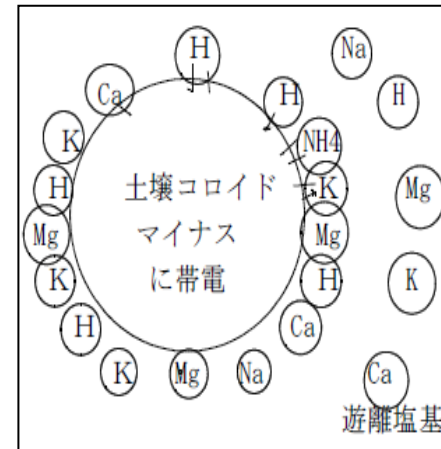
分析値の意味及び森林との関わり ii

(3) 交換性カリウム (K₂O)、交換性マグネシウム (MgO)

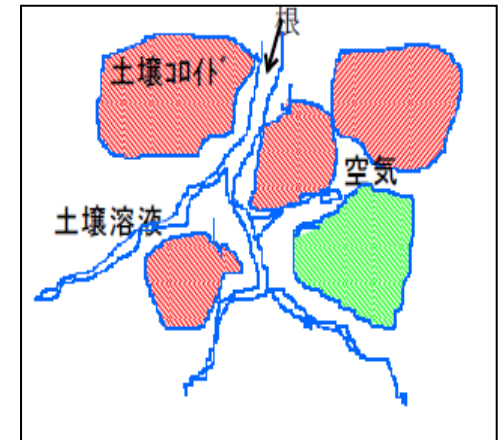
①交換性塩基は、土壤コロイドに吸着しているカルシウム (Ca²⁺), カリウム (K⁺), マグネシウム (Mg²⁺) 等の 塩基陽イオンのことである。強く吸着されているイオンなので、雨水が浸透する時の下層への移動は非常に少ない。土壤に酸性物質 (H⁺) が浸透した場合には、塩基イオンと容易に交換し、樹木に吸収される遊離イオンとなる。故に、交換性塩基と云われる。

②土壤コロイドとは、粘土と落葉・落枝腐葉土の複合体である。マイナスに帯電しているので塩基陽イオンを強く吸着する。土壤の団粒構造を形成に重要な役割をはたし、土壤の養分保持・通気性・保水性・排水性を向上させる。粘土・砂・微砂から成る埴土・埴壤土・壤土に含まれ、これらの土壤から構成されるA₀層、A層及びA-B層に存在する。

土壤コロイド



団粒構造と根の働き



http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyohozen_type/h_sehi_kizyun/pdf/ntuti4.pdf

③土壤 (SOIL) 100 g 当たりのK₂O重量 (mg) 又はMgO重量 (mg) で表す (mg/100gSOIL)。

分析値の意味及び森林との関わり iii

(3) 交換性カリウム、交換性マグネシウム（続き）

- ④カリウムは、三大肥料の一つであり、光合成・炭水化物合成に関与する。
樹木生育に必須のミネラルの一つでもある。
- ⑤マグネシウムは、葉緑素の構成成分であり光合成に関与する。
樹木生育に必須のミネラルの一つである。
- ⑥カリウム、マグネシウム、カルシウムは、森林生態系外から供給されることはほぼ無い（通常、施肥されない）。葉・枝に含まれるこれらの元素は、落葉・落枝が腐蝕して土に還元され（A₀-F・H層内）、大部分が根から再吸収されて循環する。
一方、これらの金属イオンは、母岩鉱物の風化によりC層内で生成され、B層を通してA層やA₀層に供給される。上と同様に根からの吸収～循環に入る。
結果的に、これら塩基陽イオン含量は表層（A₀層+A層）の約15cmに多く含まれ、より深い層よりもはるかに高含量になることが多い。表層に樹木の細根が発達しているのはこれらの養分を効率よく利用するためである。
- ⑦標準耕作地のK₂Oは15～30、MgOは25～45 mg/100 g SOILと云われている。

分析値の意味及び森林との関わり iv

(4) 硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)

- ① 森林生態系外に森林生態系に外から入ってくる窒素化合物には、雨水に溶解した硝酸イオンやアンモニウムイオンなどがある（母岩鉱物には含まれず供給されない）。
- ② 落葉・落枝の成分であるタンパク質（有機態窒素）は、微生物による腐蝕過程で分解されてアミノ酸になる。さらに、アミノ酸は有機物とアンモニウムイオン（無機態窒素）に分解され、最終的にアンモニウムイオンの一部は、酸化され硝酸イオンになる。この硝酸イオンを硝酸態窒素 $\text{NO}_3\text{-N}$ （無機態窒素）と云い、根から樹木に吸収され、再利用～循環する。根から吸収されるのは無機態窒素のみである。
- ③ 土壌 (SOIL) 100 g 当たりの NO_3 イオン重量 (mg) で表す (mg/100gSOIL)。
- ④ 硝酸態窒素 $\text{NO}_3\text{-N}$ は、負電荷をもっているので負に帯電している土壌コロイドに吸着されない。その為、雨水が浸透する時に下層へ移動するので流亡し易い。
- ⑤ 窒素は、三大肥料の一つであり、タンパク質・核酸・葉緑素の主要構成元素である。生育の促進に必須である。

分析値の意味及び森林との関わり v

(5) 可給態リン酸 (P₂O₅)

- ①リンは、森林生態系外から供給されることはほぼ無い（通常、施肥されない）。
葉・枝に含まれるリン化合物（有機態リン酸）は、落葉・落枝が腐蝕して土に還元されて可給態リン酸（無機態リン酸）となり、A₀-F・H層に蓄積される。大部分が根から再吸収されて循環する。一方、リンは、母岩鉱物の風化によりC層内で生成され、B層を通してA層やA₀層に供給される。上と同様に根からの吸収され循環に入る。
- ②土壤 (SOIL) 100 g 当たりのP₂O₅重量 (mg) で表す (mg/100gSOIL)。
- ③可給態リン酸は、雨水によって土壤から流亡し難い。（畑作では、窒素肥料の継続施肥の結果、窒素蓄積による過多弊害が発生する）
- ④リンは、三大肥料の一つであり、核酸・各タンパク質・リン脂質を構成してエネルギー代謝に関与する。樹木の生長点（芽・細根）に多く存在し、初期成長を旺盛にする。
また、開花や結実を促進する。
- ⑤標準耕作地のP₂O₅は、10～30 mg/100SOILと云われている

樹木養分の供給源と循環

大気

無機態炭素
【二酸化炭素】

吸収(光合成)

樹木
【葉、枝】

有機態炭素
【セルロース、リグニン】

有機態窒素
【タンパク質】

有機態リン
【リン脂質】

有機態ミネラル
【カリウム・マグネシウム
・カルシウム等】

落枝・落葉を構成

供給

落葉

供給

落葉

供給

落葉

土壌
【A₀→A→B】

無機態炭素
【二酸化炭素】

供給

落葉

無機態リン
【可給態リン酸P₂O₅】

無機態ミネラル
【交換性カリウム・マグネシウム・カルシウム等】

落枝・落葉の
分解・腐蝕で生成

無機態窒素
【硝酸態窒素NO₃-H】

母岩鉱物
【C→B→A】

含有せず・供給せず

N

供給

P⁵⁺

供給

供給

供給

K⁺

Mg²⁺

Ca²⁺

風化により遊離

落葉・落枝の腐蝕について i

(1) 腐葉土とは

- ①腐葉土とは、森林生態系において地上部の樹木により光合成されてた有機物が朽木・落葉・落枝となって地上部に堆積し、それを餌として利用するバクテリアなどの微生物やミミズなどの土壌動物によって分解（＝腐蝕）されて土状になったものである。腐葉土は、砂・微砂・粘土から成るような土壌ではない（報告Ⅰ ページ43～44参照）。
- ②腐葉土は、A0-F層及びA0-H層内を形成し、A層、A-B層及びB層に浸透して混在する。
- ③腐葉土は、通気性・保水性・保肥性に優れ、土壌改良材として使用される。

(2) 腐葉土作りに適する落ち葉

- ①**落葉広葉樹** クヌギ、コナラ、ミズナラ、カシワ、イヌシデ、ケヤキ、カエデ等の落葉広葉樹の葉だけで作ると、比較的早く分解（＝腐蝕）して良い腐葉土ができる。
- ②**常緑広葉樹** タブノキ、アラカシ、アカガシ、スダジイ、アセビ等の常緑広葉樹の葉は、厚く硬いために分解（＝腐蝕）が遅い。しかし、じっくり時間をかけて熟成させれば、とても良質な腐葉土を得られる。特にブナ科の常緑広葉樹であるアラカシ、アカガシ、シラカシ、マテバシイ、スダジイの葉は、腐葉土材料として最上級のものである。

落葉・落枝の腐蝕について ii

(2) 腐葉土作りに適する落ち葉（続き）

- ③常緑針葉樹 ヒノキ、マツなどの常スギ、緑針葉樹の葉は、油脂を多く含み、分解（＝腐蝕）に時間がかかるうえ、有害物質を含むこともあるため、腐葉土の材料としては今一つである。

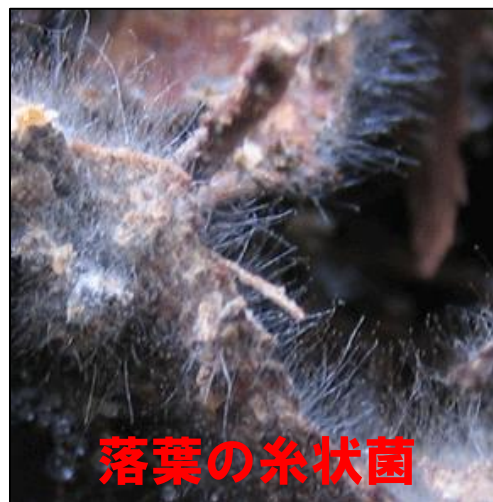
<https://blog.goo.ne.jp/tamanoshoudokuya/e/187bbe80a196e1b1ddeaf1b0eec19c8d>

(3) 土壌動物と土壌微生物

<https://tanegomi.com/archives/164>

- ①土壌動物 落葉・落枝の分解に関わる土壌動物には、ダニ・トビムシ・カニムシ・ヒメミミズ・ミミズなどがある。分解の第一段階の機械的粉碎の役割も果たす。

- ②土壌微生物 落葉・落枝の分解に関わる土壌微生物には細菌・放射菌・糸状菌があり、化学的分解に重要な役割を果たす。温暖・多湿な土壌中には、1g当たり100～1000万個が生存すると云われ、最も多いのは糸状菌であり10万種以上もある。シイタケ・ヒラタケ・マツタケ等のキノコは、糸状菌から生える。



森林土壌の酸性度について i

(1) 森林土壌の酸性の原因

一般の森林土壌は、PH4.0～6程度を示すかなり酸性寄りの土壌である。以下に、酸性よりの値を示す原因を3説を挙げる。森林生態系では、この3説が絡み合っているであろう。留意すべきことは、「現在、土壌が酸性である」ことと、「土壌の酸性化が進行している」ことは同義ではないという点である。「酸性化の進行」は過去～現在～将来にわたる長期間のデータ集積と多面的な考察が欠かせない。

- ①**酸性雨説** 化石燃料の燃焼に伴い大気中の二酸化炭素・硫黄酸化物・窒素酸化物が増加し、雲・霧・雨に溶解して最終的には、炭酸・硫酸・硝酸となる。PH5.6以下の雨を酸性雨とよんでいる。このPH5.6の値は、純粋な水に大気中の二酸化炭素が溶け込み、平衡を保っている時のPHの理論値が5.6だからである。さらに硫酸や硝酸が加われば、雨のPH値はより下がる。日本における雨は、平均4.8の酸性雨であると報告されている。

森林土壌の酸性度について ii

(1) 森林土壌の酸性の原因（続き）

②母岩風化説 日本の森林の多くを占める褐色森林土壌の母岩は、主として、花崗岩である。この花崗岩に含まれる雲母鉱物(層状ケイ酸塩鉱物)に吸着保持されている交換性アルミニウムイオンが、風化と共に土壌水に溶解し、水素イオン(H⁺)を放出してPH値を下げる。これが土壌酸性化の原因となる。 C層を形成する風化花崗岩のPH6前後、B層を形成する徹底的に風化した花崗岩(地盤工学ではマサ土、園芸では真砂土とよばれる)のPH5~6と云われている。

③腐蝕説 落葉・落枝が土壌動物や土壌微生物により、樹木の構成成分であるセルロース・リグニンが分解(=腐蝕)される過程で、有機酸が生成される。 この有機酸は、カルボキシル基(-COOH)やフェノール性水酸基(-OH)等を有して弱酸性を示し、土壌を酸性化する。 乾燥し易い尾根筋・凸型地形・寒冷地域では、分解速度が遅くてA0層が厚く有機酸が貯まり易くなる。

一方、樹木成分のタンパク質は、微生物による分解(=腐蝕)過程で、硝酸態窒素(NO₃-N)を生成する。 この硝酸イオンは、土壌をいっそう酸性にする。