

ムダ平野の水稲直播と 雑草の出芽消長

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
技術顧問

渡邊 寛明

はじめに

1992年8月から正式に長期派遣となった私の最初の仕事はムダ平野の雑草調査だった。ムダ灌漑地区は大きく4つ(第1~4灌漑地区)に分けられ、それぞれの灌漑地区の中で用排水路に沿った区番が割り当てられている。MADAの熱研チームが直播技術の改善を目的に試験を行っている水田がアロースターの北東に位置する第2灌漑地区の区番ACRBD4にあり、そこには我々がシルバーハウスと呼んでいた調査と資材保管のためのトタン屋根の小屋が建てられていた。私もそこで雑草防除試験に取り組むよう勧められたが、ムダ平野全体の雑草問題を把握しなかったため、まずはそのための調査に取り掛かった。今回は当地での直播栽培と雑草防除について概説し、雑草の発生状況をどのように調べようとしたのかについて書こうと思う。

マレーシアの直播栽培と雑草防除

用排水路が整備された灌漑地区での直播栽培は、代かき後の湿潤土壌表面に水稲の催芽籾を播種する湿土直播栽培である。播種後は水稲の出芽を促すために落水(潤土)状態を保ち、苗立ち後に湛水する。水稲播種後の雑草発生は多く(図-1)、一年生のイネ科雑草であるイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.)やアゼガヤ(*Leptochloa chinensis* L.)の発生が特に多い。これを防除できないと水稲が雑草との競合に負けてしまう。反対に、これをうまく防除できれば水稲実生の出芽と生長が早いため、2週間もすると田面を覆って雑草を抑えるようになる。熱帯アジアで直播栽培が普及していることに関して、帰国後に多くの水稲栽培の関係者から質問を受けた。熱帯では雑草の繁茂が旺盛なので、日本よりも雑草防除は難しいと思われるのにどうして直播がうまくいくのか、といった疑問である。播種後1~2か月あるいはそれ以上もの長期間にわたって水稲が田面を覆わない日本とは違い、高い播種密度(乾籾60kg/ha以上)と速やかな初期生育により田面が素早く覆われる。そのため、播種後の要防除期間はとても短い。その点では、熱帯アジアでの雑草防除は日本よりもずっと楽である。もちろん初期防除は必須で、直

播栽培では特にイネ科雑草の防除が重要であるとMADAは農民に指導していた。具体的には、安定した湛水管理が可能な水田ではプレチラクロール乳剤(商品名:Sofit)やモリネート粒剤(商品名:Ordram)といった水稲に対する安全性が高い初期除草剤の使用が推奨され、湛水管理が難しく水の状態が不均一な水田ではベンチオカーブ・プロメトリン乳剤(商品名:Satunil)が使われていたようだ。モリネートはアゼガヤに対して効果が不十分だったことや魚毒性があることからその後あまり使用されなくなったが、ペンシルフロメチルとその混合剤(商品名:Londax, Sindax)、ピラゾスルフロンメチル(商品名:Sirius)等のALS阻害剤が水稲出芽後に散布する除草剤として普及し始めていた。

生育期の雑草防除には長年2,4-Dが使われてきたが、直播栽培では初期防除で枯殺できなかったノビエの生育期防除には、当時普及し始めたACCase阻害剤であるフェノキサプロップ-P-エチル(商品名:Whip-s)の使用が指導されていた。しかしながら、まだこの剤の使用に農民たちが慣れていなかったのかもしれないが、現場では水田内で大きく育ったイヌビエ群落に他のイネ科剤(セトキシジム)が散布され、周辺の水稲とともに黄色く枯れてゆく雑草の光景を見かけたこともある。これにはさすがにMADAのHo Nai Kinさんも驚いていた。水稲に対する悪影響よりもイヌビエ防除を優先させたものであろうが、当時はMADAの普及指導が末端まで行き届いていなかったのかもしれない。当時、シハロホップブチルやビスピリバックNa塩はMARDIで試験中であり、



図-1 入水前に多発する水田雑草(イネ科雑草の多くはアゼガヤ)



図-2 イヌビエが繁茂した水田



図-3 アゼガヤが繁茂した水田



図-4 カヤツリグサ科多年生雑草のオオサンカクイ

ムダ平野でこれが広く使われるのはもう少し後になる。

調査研究のスタート

チームリーダーの諸岡さんから調査用の事業用車トヨタ・コロナを使わせてもらい、調査補助として雇ったマレー系の若いNazarudin君の運転で毎日ムダ平野を走りまわった。本誌30巻にも書いたが、最初の印象は雑草の多さだった。ある水田では一面イヌビエが生い茂っているかと思えば(図-2)、他の水田ではアゼガヤで覆われており(図-3)、また別の水田ではヒデリコ(*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl.)がびっしり生えている。1筆の水田に問題となる雑草は1種だけという水田もあれば、いろんな雑草が競うように繁茂している水田もある。シーズンが変わればその様相も大きく変わり、前作では多年生カヤツリグサ科のオオサンカクイ(*Actinoscirpus grossus* (L.f.) Goetgh. et D.A.Simpson)が繁茂していた水田(図-4)が次作ではオオサンカクイは全くみられずイヌビエが繁茂していたりする。どこから手をつけてよいのか、どこに重きを置いてよいのか分からないというのが、ムダ平野で調査を始めて最初の一年間の実感であった。最初のころはHoさんの案内で彼が注目している特異的な雑草繁茂の状況を見て回ることが多かった。Hoさんは前任の伊藤さんのカウンターパートだったが、私には若いMd.

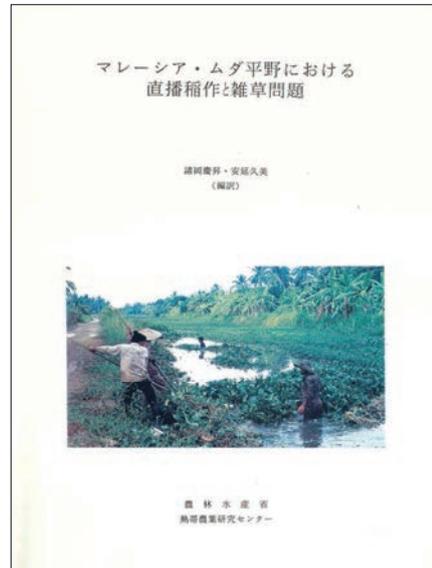


図-5 熱研資料 No.91

Zuki Ismailさんが良いだろうと推薦され、その後は彼と議論することが増えた。それでも、Hoさんから得られる情報はとても豊富で、この地における稲作と雑草防除の変遷を理解するうえで大変に役立った。私とNazarudin君の二人で田んぼを見て回っているだけだったら、この雑草繁茂の状況を頭のなかで整理することは難しかっただろう。また、諸岡チームリーダーと安延久美さんによりまとめられた「マレーシア・ムダ平野における直播稲作と雑草問題」(図-5)という調査報告書の翻訳の原稿を見せていただいたことも、当地の状況を知る上で大いに役だった。

雑草の出芽消長

特に雑草の発生が多いとされた地区に絞って、雑草の動態を知るための定点調査を行うことにした。第3灌漑地区2か所と第4灌漑地区3か所の計5か所に調査水田を定め、1992年の第二作に水稻播種後に調査枠を設置し、雑草の草種別発生数を毎週調査した(図-6)。最初はどんな草が出てくるのか分からず、MADAのスタッフやアシスタントも実



図-6 ムダ平野の定点調査水田に設けた調査枠の一例



図-7 MADAのスタッフやアシスタントのNazarudin君(右端)と一緒に調査を始める

生での種同定は初めてだったので、時間をかけての予備調査となった(図-7)。それでも1年間(2シーズン)の試行的調査により、2年目以降はアシスタントのNazarudin君一人でも実生での草種識別ができるようになった。1993年第二作からは本調査とし、1995年第一作までの4シーズンの雑草調査を行った。その結果を図-8に示したが、水稻の出芽は播種後5~15日で、ほとんどの水田では2週以内で出芽を終えた。ヒデリコとアゼガヤも10~20日と比較的早く出芽したが、作期や水田により播種後40日近くかかる場合もあった。湛水により出芽が促されるコナギは、出芽のスタートがヒデリコやアゼガヤよりも少し遅れ、播種後40日以上出芽が継続する場合もあった。潤土直播栽培での雑草の初期防除は水稻出芽前後の初期剤散布である。水田の灌漑水

の状況により水稻と雑草の出芽消長に若干の違いがあるものの、水稻が数日中に出芽する水田では雑草防除が容易であることがうかがえる。

次に、第3灌漑地区の11枚の水田を選定し、1993年第二作から1995年第一作までの4作期、除草剤散布前の雑草出芽数と水稻出穂後に残存した雑草個体数を草種ごとに調べた。それぞれの作期で、雑草が何本出てきて最終的に何本残るのかを知るための調査である。除草剤散布前の調査は水稻播種後20日頃までに行ったので、その後出芽する雑草はカウントされない。したがって、厳密にはこの調査本数は当該作期の総出芽数を正確に示しているわけではないが、総出芽数の傾向を示すデータとした(表-1)。イヌビエやアゼガヤといったイネ科雑草は水田により出芽数に大きな違いがあり、どう

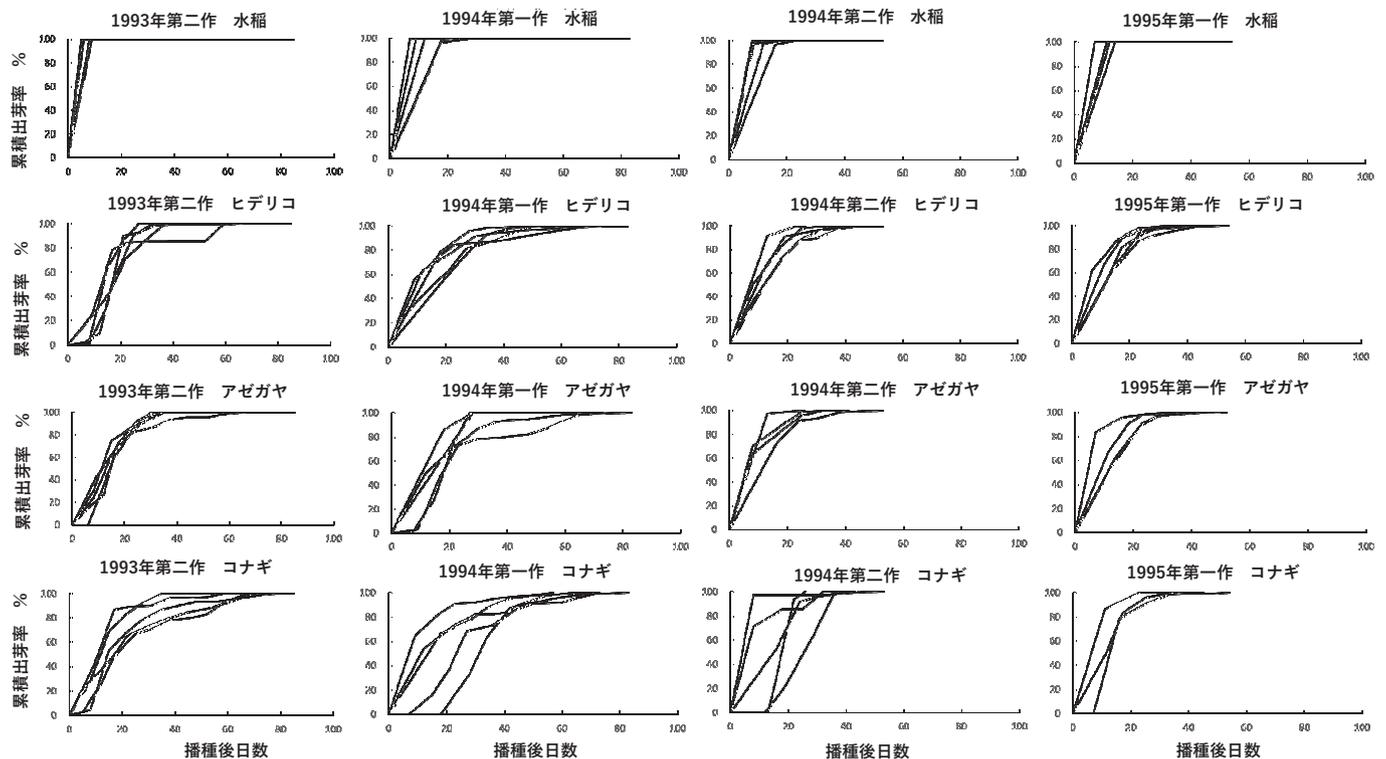


図-8 ムダ平野の直播水田における水稻および一年生雑草(ヒデリコ、アゼガヤ、コナギ)の出芽(Watanabe *et al.* 1996より)

注) 雑草が多発する5枚の水田を対象に、水稻播種後の出芽数の推移を調査した。

いずれの水田でも、1993年第二作(雨季作)から1995年第一作(乾季作)まで潤土直播栽培を継続実施。

表-1 ムダ平野の直播水田*で種子から出芽する水田雑草の発生数**と残存数*** (いずれも本数/m²)

雑草種	水田	1993年		1994年		1995年		雑草種	水田	1993年		1994年		1995年		
		第二作 (雨季作)	第一作 (乾季作)	第二作 (雨季作)	第一作 (乾季作)	第二作 (雨季作)	第一作 (乾季作)			第二作 (雨季作)	第一作 (乾季作)	第二作 (雨季作)	第一作 (乾季作)	第二作 (雨季作)	第一作 (乾季作)	
イヌビエ、ヒメタイヌビエ、コヒメビエ	A	2 (0)		24 (1)		0 (0)		その他カヤツリグサ科雑草	A	146 (9)		290 (59)		347 (12)		290 (8)
	B	8 (1)		0 (0)		0 (2)			B	78 (22)		245 (39)		923 (6)		226 (6)
	C	80 (0)		31 (0)		0 (1)			C	38 (6)		238 (5)		601 (8)		418 (11)
	D	12 (1)		0 (0)		0 (1)			D	150 (12)		246 (7)		144 (5)		360 (4)
	E	0 (2)		11 (2)		0 (4)			E	50 (6)		290 (5)		163 (2)		14 (1)
	F	23 (1)		19 (0)		0 (2)			F	18 (16)		95 (4)		119 (2)		28 (2)
	G	47 (0)		31 (1)		0 (0)			G	146 (2)		334 (4)		458 (3)		324 (3)
	H	44 (1)		0 (1)		0 (0)			H	59 (21)		469 (25)		68 (4)		94 (2)
	I	142 (8)		15 (1)		0 (0)			I	2 (0)		84 (3)		75 (4)		88 (2)
	J	14 (0)		0 (0)		0 (0)			J	10 (2)		78 (6)		61 (4)		184 (5)
	K	33 (2)		0 (0)		0 (2)			K	27 (2)		39 (2)		23 (1)		46 (5)
アゼガヤ	A	0 (0)		8 (0)		8 (0)		コナギほか****	A	55 (7)		93 (0)		62 (0)		134 (0)
	B	15 (1)		21 (0)		23 (0)			B	46 (8)		599 (0)		442 (8)		126 (4)
	C	443 (27)		276 (6)		445 (9)			C	2 (9)		0 (1)		50 (8)		46 (4)
	D	7 (0)		18 (0)		6 (0)			D	187 (16)		338 (6)		118 (4)		54 (3)
	E	3 (2)		60 (1)		95 (3)			E	44 (28)		105 (1)		6 (0)		6 (0)
	F	2 (0)		103 (0)		29 (1)			F	41 (5)		8 (4)		21 (1)		34 (2)
	G	0 (0)		82 (0)		73 (0)			G	0 (0)		2 (0)		20 (0)		5 (0)
	H	2 (0)		0 (0)		14 (2)			H	17 (11)		38 (1)		27 (11)		40 (10)
	I	34 (0)		50 (0)		14 (0)			I	14 (9)		17 (0)		6 (0)		45 (0)
	J	5 (0)		6 (0)		7 (0)			J	3 (2)		0 (4)		6 (0)		0 (2)
	K	0 (0)		9 (0)		14 (0)			K	12 (11)		0 (1)		9 (5)		6 (5)
ヒデリコ	A	139 (27)		309 (4)		320 (4)		タゴボウモドキ	A	40 (3)		440 (0)		222 (0)		240 (0)
	B	1,387 (69)		2,384 (12)		702 (0)			B	46 (17)		82 (5)		725 (0)		813 (0)
	C	754 (47)		1,266 (13)		1,076 (4)			C	6 (21)		254 (10)		437 (0)		423 (1)
	D	3,074 (29)		1,733 (6)		308 (1)			D	51 (0)		81 (4)		62 (1)		59 (2)
	E	662 (30)		1,364 (25)		1,620 (10)			E	972 (17)		288 (0)		214 (0)		60 (1)
	F	1,556 (73)		1,381 (14)		129 (2)			F	70 (20)		136 (12)		135 (0)		136 (0)
	G	1,702 (11)		2,023 (13)		422 (15)			G	622 (0)		262 (0)		301 (1)		202 (2)
	H	570 (29)		990 (25)		262 (6)			H	362 (10)		169 (5)		102 (2)		138 (3)
	I	441 (8)		512 (5)		1,500 (0)			I	26 (4)		286 (2)		56 (0)		102 (1)
	J	250 (7)		284 (4)		634 (4)			J	2 (2)		95 (1)		105 (3)		122 (3)
	K	260 (12)		147 (1)		76 (1)			K	79 (3)		83 (0)		204 (5)		319 (4)

注) * ムダ平野の第3灌漑地区で1993年第二作から1995年第一作まで潤土直播栽培を行っていた11枚 (A~K) の水田で調査した。

** 発生数 (表中実数) は雑草防除が行われる水稲播種後20日頃までに調査した。

*** 残存数 (表中括弧内) は水稲出穂後に調査した。

**** 「その他カヤツリグサ科雑草」には、コゴメガヤツリ、タマガヤツリ、イヌホタルイ、*Scirpus articulatus*、*Fimbristylis dichotoma*などが含まれる。

***** 「コナギほか」には、コナギの実生と識別できなかったナンゴクオモダカが僅かに含まれる。

(Watanabe et al. 1996 より)

いうわけかイヌビエは1994年以降ほとんど出芽しなかった。一方で、ヒデリコやコナギなどカヤツリグサ科雑草や広葉雑草の出芽数はどの水田でも多く、作期による出芽数の違いはあまり明瞭ではなかった。各作期における雑草の残存個体数は表中の括弧内の数字で示されているが、発生数が極めて多かったヒデリコ等のカヤツリグサ科雑草や広葉雑草で少し目立った程度で、イヌビエやアゼガヤはほとんど残存しなかった。調査対象であった11枚の水田は、いずれも雑草防除がうまくできていた水田だったと言える。1994年第二作以降はイヌビエがほとんど出芽しなかったのは、雑草防除の時の成功により本種の種子生産を防止したためと考えられる。一方で、

アゼガヤに関しては、残存個体数がほとんどなかったにもかかわらず、毎年多数の発生が見られた。同じ一年生イネ科雑草であるがそれらの量的推移は大きく異なっていた。

残草と種子生産

イネ科雑草の種子生産量を調べることを目的に、1992年第二作にイネ科雑草多発水田を選定して、草種ごとの残存個体数と残存個体に着生していた小穂の数を調査した。調査した水田の数は、イヌビエ多発水田が7枚、ヒメタイヌビエ多発水田が7枚、アゼガヤ多発水田が12枚である。水稲が210~350本/m²の密度で生育しているなか、タイヌビエ多

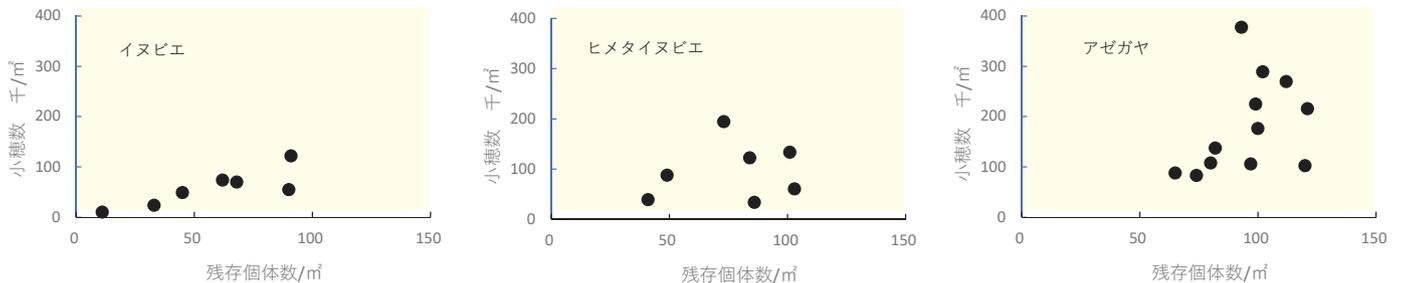


図-9 ムダ平野の直播水田における一年生イネ科雑草 (イヌビエ、ヒメタイヌビエ、アゼガヤ) の残存個体数と種子生産量 (Watanabe et al. 1996 より)

注) 1992年第二作 (雨季作) に、水稲出穂期以降にイネ科雑草が多数残存している水田で残存個体数と個体あたり小穂数を調査し、単位面積あたりの小穂数を試算した。調査水田は、イヌビエ7枚、ヒメタイヌビエ7枚、アゼガヤ12枚。

1小穂当たりの稔実種子数は、イヌビエとヒメタイヌビエは1粒/小穂、アゼガヤは2~4粒/小穂であった。

発水田の本種の残存個体数は11～91本/m²、ヒメタイヌビエ多発水田での残存本数は41～103本/m²、アゼガヤ多発水田での残存本数は65～121本/m²であった。これらの残存個体を採取して着生小穂数を調査したところ、イヌビエの小穂数は871～1,337/個体(1～12万/m²)、ヒメタイヌビエは393～2,660/個体(3～19万/m²)、アゼガヤは850～4,058/個体(8～38万/m²)であった(図-9)。イヌビエとヒメタイヌビエは1小穂が2穎花から成りそのうち稔実種子となるのは1穎花だけなのに対し、アゼガヤでは1小穂が5～7穎花が着いており、そのうち2～4穎花が稔実して種子となる。以上よりこれらイネ科雑草の単位面

積当たりの種子生産量を試算すると、イヌビエやヒメタイヌビエはm²当たり10～20万粒、アゼガヤではm²当たり数十万粒といった膨大な数となる。毎年きれいに防除された水田でも毎年アゼガヤが多発するのは、蓄積された多量の埋土種子からの発生によるものと思われる。

参考文献

諸岡慶昇・安延久美 1993. マレーシア・ムダ平野における直播稲作と雑草問題. 熱研資料 No.91, pp.159.
Watanabe *et al.* 1996. Ecology of major weeds and their control in direct seeding rice culture of Malaysia. JRCAS/MARDI/MADA 共同研究報告書. p1-202.

統計データから

2022 世界の人口 国別ランキング

国連人口基金 (UNFPA) は7月11日の世界人口デーに合わせて、2022年版の世界人口白書 (State of World Population) を発表した。UNFPAはWHOと同じく国連の1機関で、主に人口分野を担っている。これによると、2022年の世界の総人口は79億5,400万人で、前年から約7,900万人増加している。

人口が最も多い国は中国で約14億4,850万人、前年から約430万人の増加。次いで、インド、アメリカがトップ3で、上位の10ヶ国は前年と同様で、大きな変動はない。人口が1億人を超えている国は14カ国で、何れベトナムも1億人を超えると予想される。

日本の人口は約1億2,560万人で世界11位、前年より約50万人減少している。ランキング上位の人口変動率は概ねプラスだが、日本はマイナスとなっており、人口減少傾向にある。

世界人口は100年間で約4倍に急増し、2022年11月中旬

には80億人に達し、2086年に104億人でピークを迎えると予測する。

中国は早ければ2023年には人口が減少し、インドは乳幼児死亡率が顕著に下がっており、2023年には中国を抜き、世界最多となると予測されている。

今後もっとも人口が増加するとみられるのは、このインドをはじめ、ナイジェリア、パキスタン、コンゴ民主共和国、エチオピア、タンザニア連合共和国、インドネシア、エジプト、アメリカである。とくにサハラ以南のアフリカの人口は2050年までに倍増すると考えられている。世界的な食料の安定確保は大きな課題である。

また、新型コロナウイルスの感染拡大の影響で、世界の平均寿命は2019年の72.8歳から昨年は71.0歳に下がったことも明らかにしている。

(K. O)

世界の人口 国別ランキング (UNFPA 世界人口白書 2022 年版)

順位	国名	総人口 (×百万人)	年平均人口 変動率(%)	順位	国名	総人口 (×百万人)	年平均人口 変動率(%)	順位	国名	総人口 (×百万人)	年平均人口 変動率(%)
1	中国	1,448.5	0.3	11	日本	125.6	-0.4	21	イギリス	68.5	0.4
2	インド	1,406.6	0.9	12	エチオピア	120.8	2.4	22	フランス	65.6	0.2
3	アメリカ	334.8	0.6	13	フィリピン	112.5	1.3	23	タンザニア	63.3	2.9
4	インドネシア	279.1	1.0	14	エジプト	106.2	1.8	24	南アフリカ	60.8	1.1
5	パキスタン	229.5	1.8	15	ベトナム	99.0	0.8	25	イタリア	60.3	-0.2
6	ナイジェリア	216.7	2.5	16	コンゴ共和国	95.2	3.0	26	ケニア	56.2	2.2
7	ブラジル	215.4	0.6	17	イラン	86.0	1.1	27	ミャンマー	55.2	0.8
8	バングラディシュ	167.9	0.9	18	トルコ	85.6	0.6	28	コロンビア	51.5	0.4
9	ロシア	145.8	-0.1	19	ドイツ	83.9	-0.1	29	韓国	51.3	0.0
10	メキシコ	131.6	1.0	20	タイ	70.1	0.2	30	ウガンダ	48.4	2.7

注) 年平均人口変動率(%)は2020年～2025年